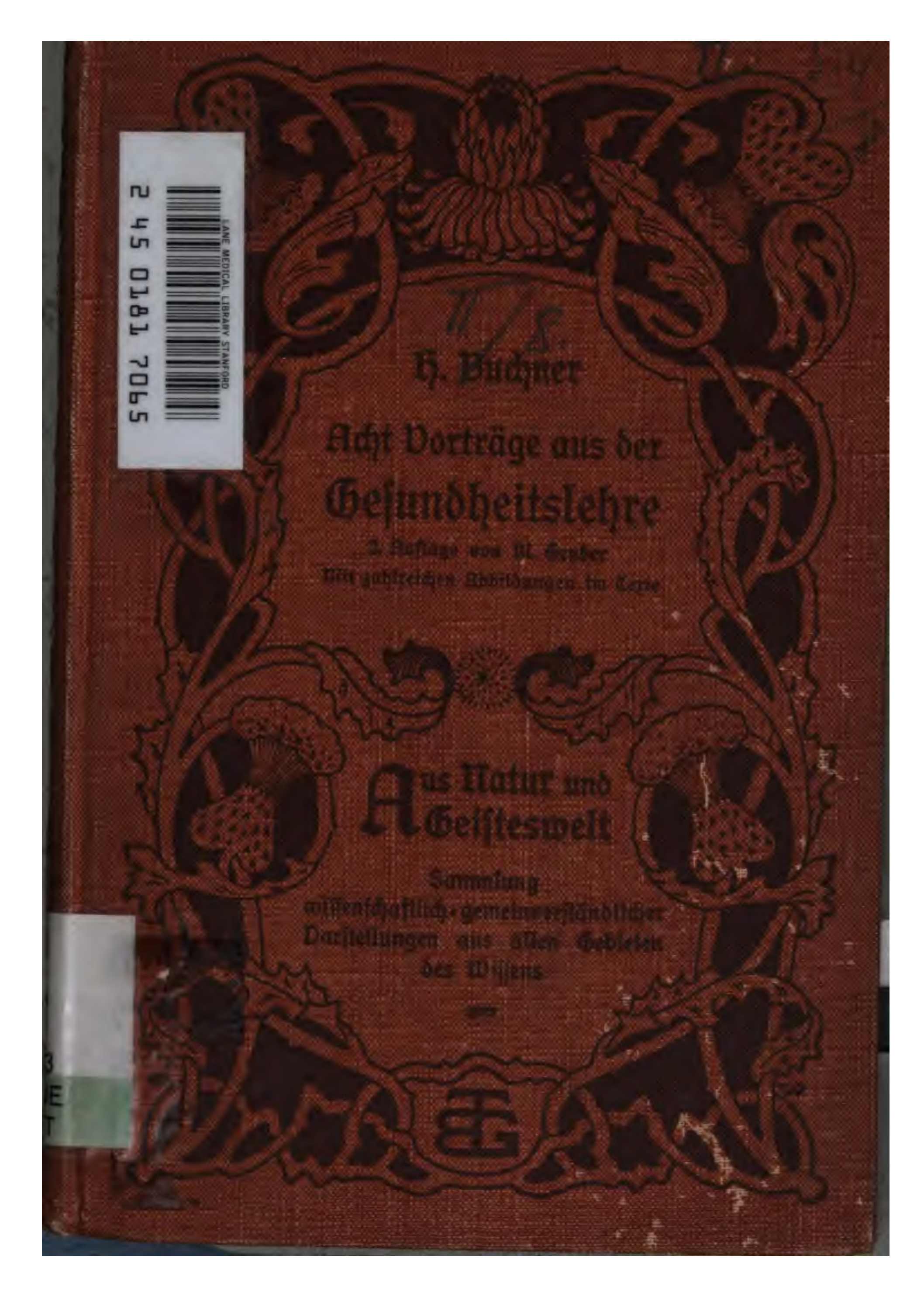
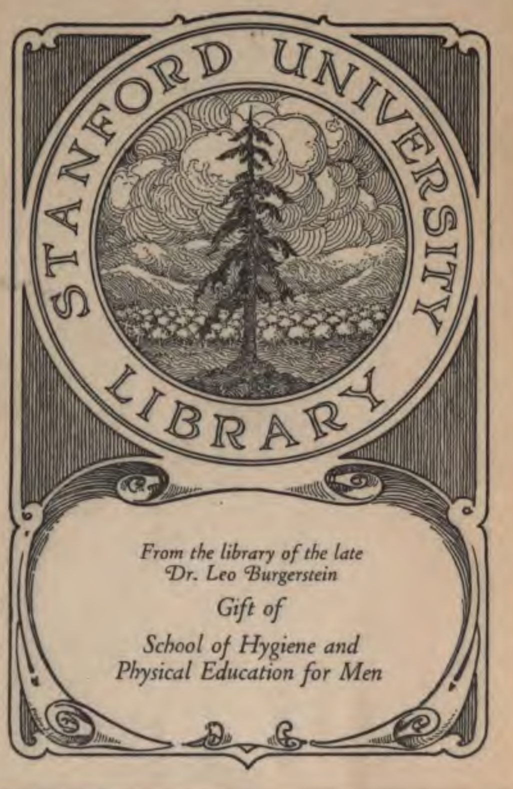

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0181 7065
H. Buchner
Acht Vorträge aus der
Gesundheitslehre
Aus Natur und
Geisteswelt
Sammlung
wissenschaftlich-gemeinverständlicher
Darstellungen aus allen Gebieten
des Wissens

# Aus Natur und Geisteswelt.

Sammlung
wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen
Gebieten des Wissens.




Es erschienen bereits:

**Der Bau des Weltalls.** Von Prof. Dr. J. Scheiner. Mit zahlreichen Abbildungen. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.
Will in das Hauptproblem der Astronomie, die Erkenntnis des Weltalls, einführen.

**Mensch und Erde.** Skizzen von Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Prof. Dr. A. Kirchhoff. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.
*Zeigt, wie die Ländernatur auf den Menschen und seine Kultur einwirkt.*

**Meeresforschung und Meeresleben.** Von Dr. Janson. Mit vielen Abbildungen. Geh. ℳ 1.—, geschmackvoll geb. ℳ 1.25.

Schildert kurz und lebendig die Fortschritte der modernen Meeresuntersuchung.

**Geschichte des Zeitalters der Entdeckungen.** Von Prof. Dr. S. Günther. Geh. ℳ 1.—, geschmackvoll geb. ℳ 1.25.

Behandelt die Entdeckungen insbesondere seit Heinrich dem Seefahrer bis zur neueren Zeit.

**Luft, Wasser, Licht und Wärme.** Acht Vorträge aus der Experimental-Chemie. Von Prof. Dr. R. Blochmann. Mit 103 Abbildungen im Text. Geh. ℳ 1.—, geschmackvoll geb. ℳ 1.25.

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein.

**Das Licht und die Farben.** Von Prof. Dr. L. Graetz. Mit 113 Abbildungen. Geh. ℳ 1.—, geschmackvoll geb. ℳ 1.25.

Führt von den einfachsten optischen Erscheinungen ausgehend zur tieferen Einsicht in die Natur des Lichtes und der Farben.

**Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.** Von Bauinspektor Curt Merckel. Mit zahlr. Abbild. Geh. ℳ 1.—, geschmackvoll geb. ℳ 1.25.

Führt eine Reihe hervorragender und interessanter Ingenieurbauten nach ihrer technischen und wirtschaftlichen Bedeutung vor.

**Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen.** Von Ingenieur Richard Vater. Mit zahlreichen Abbildungen. Geh. ℳ 1.—, geschmackv. geb. ℳ 1.25.

Will durch eine allgemein bildende Darstellung Interesse und Verständnis für die immer wichtiger werdenden Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen erwecken.

**Bau und Thätigkeit des menschlichen Körpers.** Von Dr. H. Sachs. Mit 37 Abbildungen. Geh. ℳ 1.—, geschmackv. geb. ℳ 1.25.

Lehrt die Einrichtung und Thätigkeit der einzelnen Organe des Körpers kennen und sie als Glieder eines einheitlichen Ganzen verstehen.

**Die moderne Heilwissenschaft.** Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Dr. S. Ebel, Badearzt in Gräfenberg. Geh. ℳ 1.—, geschmackv. geb. ℳ 1.25.

Gewährt dem Laien in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus Einsicht.

**Bau und Leben des Tieres.** Von Dr. W. Haacke. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. Geh. ℳ 1.—, geschmackv. geb. ℳ 1.25.

Indem uns der Verfasser die Tiere als Glieder der Gesamtnatur zeigt, lehrt er uns zugleich Verständnis und Bewunderung für deren wunderbare Harmonie, die, wie im Großen, in dem Zusammenwirken der viele Tausende von Lebewesen, so auch im Kleinsten, in der Zweckmäßigkeit auch der unscheinbarsten Organe, sich erkennen läßt.

**Die fünf Sinne des Menschen.** Von Dr. Jos. Clem. Kreibig in Wien. Mit 30 Abbild. im Text. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Beantwortet die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfaßlicher Weise.

**Grundzüge der Verfassung des deutschen Reiches.** Sechs Vorträge von Prof. Dr. E. Loening. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Beabsichtigt in gemeinverständlicher Sprache in das Verfassungsrecht des deutschen Reiches einzuführen, soweit dies für jeden Deutschen erforderlich ist.

**Palästina und seine Geschichte.** Sechs volkstümliche Vorträge von Prof. Dr. von Soden. Mit zwei Karten und einem Plan von Jerusalem. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Auf Grund einer Reise durch Palästina hat der Verfasser uns hier ein Bild gezeichnet nicht nur von dem Lande selbst, sondern auch von all dem, was aus demselben hervor- oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrtausende — ein wechselvolles, farbenreiches Bild — die Patriarchen Israels und die Kreuzfahrer, David und Christus, die alten Assyrer und die Scharen Mohammeds lösen einander ab.

**Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung.** Von G. Maier. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Will auf historischem Wege in die Wirtschaftslehre einführen, den Sinn für soziale Fragen wecken und klären.

**Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900.** Sechs volkstümliche Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung, sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Prof. Dr. Walther Lotz. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Erörtert nach einer Geschichte des Eisenbahnwesens insbesondere Tarifwesen, Binnenwasserstraßen und Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

**Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung.** Von Dr. Ed. Otto. Mit 27 Abbildungen auf 8 Tafeln. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Eine Darstellung der historischen Entwicklung und der kulturgeschichtlichen Bedeutung des deutschen Handwerks von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart.

**Allgemeine Pädagogik.** Von Prof. Dr. Theobald Ziegler. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Behandelt die großen Fragen der Volkserziehung in praktischer, allgemein verständlicher Weise und in sittlich-sozialem Geiste.

**Die ständischen und sozialen Kämpfe in der römischen Republik.** Von Leo Bloch. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist.

# Aus Natur und Geisteswelt.

Sammlung
issenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.
1. Bändchen.

## Acht Vorträge aus der

# Gesundheitslehre

von

Prof. Dr. H. Buchner.

Zweite durchgesehene Auflage
besorgt von
Prof. Dr. M. Gruber.

Mit zahlreichen Abbildungen im Text.





Leipzig,
Druck und Verlag von B. G. Teubner.
1903.

## Vorwort zur ersten Auflage.

Die nachfolgenden Vorträge sind, mit Ausnahme der beiden letzten, die damals aus äußeren Gründen wegbleiben mußten, im Wintersemester 1896/97 von mir für den Münchener Volkshochschulverein gehalten worden, und erfreuten sich lebhaftester Teilnahme und dankbarer Aufnahme von Seite des aus allen Bevölkerungsschichten zusammengesetzten Hörerkreises. Hieraus schien mir hervorzugehen, daß die Gegenstände und die Art ihrer Behandlung sich wohl auch für eine populäre Darstellung in Buchform eignen dürften, und so habe ich gern einer Aufforderung des geschätzten Teubnerschen Verlages entsprochen, die Vorträge nach der vorhandenen stenographischen Niederschrift druckfertig zu stellen und mit einigen Abbildungen auszustatten, welche freilich die bei den Vorträgen gegebenen Demonstrationen nur unvollkommen zu ersetzen imstande sind.

Da wenige Wissenschaften in höherem Maße zu einer Verbreitung in weiteste Kreise berufen sind, als gerade die Gesundheitslehre, so sollte es mich freuen, wenn der nachfolgende kleine Beitrag zu diesen Bestrebungen eine günstige Aufnahme findet.

München im Oktober 1898.

**H. Buchner.**

## Vorwort zur zweiten Auflage.

Wie gut es Prof. Buchner verstanden hat, die Lehren der Hygiene in volkstümliche Form zu kleiden, beweist die Tatsache, daß trotz der großen Zahl populärer Schriften über Gesundheitspflege nach wenigen Jahren eine zweite Auflage dieser Schrift notwendig geworden ist. Leider war es dem Verfasser nicht mehr möglich, diese neue Auflage selbst zu besorgen. Ich betrachtete es daher als eine Freundespflicht gegen den teueren, allzufrüh Verstorbenen, der Aufforderung der Verlagshandlung zu folgen und für ihn einzutreten. Ich habe dabei so wenig als möglich am ursprünglichen Texte gerührt und namentlich den Ton des Vortrages unangetastet gelassen, der der Darstellung soviel Frische verleiht. Wo ich tiefergreifendere Änderungen vorgenommen habe, geschah es fast ausschließlich, weil es durch den Fortschritt der Wissenschaft geboten schien.

München im Oktober 1902.

**M. Gruber.**

# Inhaltsverzeichnis.

# 1. Vortrag.

Einleitung. Luft — Atmosphäre. Chemische Bestandteile der Atmosphäre. Sauerstoff. Ozon. Stickstoff. Kohlensäure. Wasserdampf. Feuchtigkeitsmesser. Taubildung. Regenbildung.

## Einleitung.

Die Hygiene oder Gesundheitslehre ist so alt, wie die menschliche Kultur. Schon bei den ältesten Kulturvölkern, den alten Indern, Persern, Ägyptern und dann insbesondere den Juden treffen wir nicht nur auf Spuren hygienischer Kenntnisse, sondern wir finden ganz bestimmte ins einzelne gehende Vorschriften, welche sich auf einen guten Teil der menschlichen Lebensbeziehungen erstreckten und die von einer staunenswerten Weisheit der alten Gesetzgeber Zeugnis ablegen.

Allerdings zeigen jene Vorschriften eine etwas andere Form, als unsere heutigen sanitätspolizeilichen Verordnungen. Der Geist der damaligen Zeiten brachte es mit sich, daß der Gesetzgeber alles dasjenige, was er für Hauptsachen hielt, in das Gewand religiöser Satzungen kleidete, und das geschah denn auch mit den hygienischen Vorschriften. Überall treffen wir infolgedessen auf heilige Gebräuche bei jenen alten Völkern, die, wie z. B. die Vorschriften über Bäder und Waschungen, die oft sehr eingehenden Speisevorschriften, die Bestimmungen über Reinigung bei Krankheiten, über Reinhaltung der Lagerplätze u. s. w. unzweifelhaft einen hygienischen Kern besaßen, der denn auch später, zum Teil erst in neuester Zeit, ganz klar zu Tage getreten ist. Erst durch die neueren Forschungen und Entdeckungen über die verschiedenen Parasiten, die sich bei bestimmten Tierarten finden und die, wie die Trichinen beim Schwein, durch Genuß auf den Menschen übertragen werden können, begreifen wir beispielsweise das uralte und keineswegs nur bei den Juden anzutreffende Verbot des Schweinefleisches.

Als „rein" wurde damals dasjenige bezeichnet, dessen Gebrauch oder Genuß als erlaubt galt, als „unrein" alles dasjenige, von dessen Gebrauch der Gesetzgeber Gefahren befürchtete, das er, wie wir heute sagen würden, für infektions- oder ansteckungsverdächtig hielt. Dabei hatten aber die Begriffe „rein" und „unrein" im Bewußtsein der damaligen Menschen einen durchaus religiösen Charakter und waren für jeden fromm Lebenden im Gewissen verbindlich, womit die strenge Einhaltung der hygienischen Gesetze an und für sich gegeben war.

Die moderne Gesundheitslehre sucht ähnliches auf „utilitarischem" Wege, vom Nützlichkeitsstandpunkte aus, zu erreichen, indem sie die Gefahren der Übertretung hygienischer Vorschriften grau in grau malt. Der moderne Gesetzgeber warnt vor den leiblichen Folgen der Vernachlässigung, der alte warnte vor den sittlichen Folgen. Es möchte scheinen, als ob das moderne Verfahren das richtigere, weil natürlichere, sei, allein ich muß hier meine Überzeugung dahin aussprechen, daß das Verfahren der alten Gesetzgeber eigentlich den Vorzug verdiente. Ich möchte behaupten, daß es ein nicht genug zu beklagender Irrtum der modernen Menschheit ist, wenn sie wähnt, daß Leibliches und Sittliches ganz verschiedene Dinge seien, die nichts miteinander zu tun haben, und daß man körperliche Tüchtigkeit mit Erfolg anstreben könne, ohne sich zugleich um die sittliche Tüchtigkeit zu bekümmern, eine Verirrung, gegen die schon der berühmte Arzt Hufeland vor 100 Jahren in seiner „Makrobiotik" auf das entschiedenste angekämpft hat. Solange diese, bei den Alten selbstverständliche Überzeugung von der Einheitlichkeit und Untrennbarkeit des menschlichen Wesens nicht wieder kraftvoll auferwacht, solange kann die moderne Menschheit äußerliche Fortschritte machen, innerlich aber bleibt ihre Kultur krank.

Ich will übrigens hier diesen Gesichtspunkt, der uns zu weit führen würde, verlassen, und mich der nächst liegenden Aufgabe zuwenden. Gegenüber der Hygiene der alten Kulturvölker unterscheidet sich die moderne Gesundheitslehre in vielen Punkten selbstverständlich auch sehr zu ihrem Vorteil, nämlich durch ihre wissenschaftliche Behandlung. Wissenschaftliche Hygiene bedeutet eigentlich Kenntnis von den äußeren Lebensbedingungen und deren Einfluß auf unsere Gesundheit, der entweder ein günstiger oder ungünstiger sein kann. Da nun aber wissenschaftliche Erkenntnis zunächst nie nach dem Nutzen

frägt, sondern in erster Linie nur auf die Wahrheit ausgeht, so gibt es in der wissenschaftlichen Hygiene auch eine Menge von Kenntnissen, aus denen man nicht sofort eine hygienische Verhaltungsmaßregel ableiten kann.

Mit den praktischen Ergebnissen der Wissenschaft verhält sich's eben ähnlich wie mit den Früchten eines Baumes. Der Gärtner pflanzt den Baum, hegt und pflegt ihn, hoffend, daß er ihm dereinst reichlich Früchte bringen werde Aber es wäre unvernünftig zu verlangen, daß der Baum von vornherein lauter Früchte und gar keine Blätter tragen solle. Man muß also Geduld haben, und ich hoffe, Sie werden an diesen Abenden nicht deshalb unzufrieden sein, weil ich Ihnen in der wissenschaftlichen Hygiene nicht lauter Verhaltungsmaßregeln, nicht lauter Früchte darbieten kann. Ich hoffe, Sie werden auch an den übrigen Zweigen und Blättern des Baumes einiges Wohlgefallen finden.

---

## Luft — Atmosphäre.

In der Luft führen wir unser Leben, wie der Fisch im Wasser. Sie umgibt uns von allen Seiten, liefert uns vor allem den zur Verbrennung und Wärmeerzeugung in unserem Innern nötigen Sauerstoff, nimmt dagegen die verbrauchten Ausatmungs- und Ausdünstungsprodukte von unserer Hautoberfläche weg und zugleich die in unserem Körper überschüssig erzeugte Wärme. In allen diesen Beziehungen äußert die Luft einen wichtigen Einfluß auf unsere Gesundheit, und wir müssen dieselbe daher in ihren Eigenschaften näher kennen lernen.

### Chemische Bestandteile der Atmosphäre.

1. Da ungefähr der fünfte Teil der uns umgebenden Luft aus Sauerstoff besteht, und da dieser zum Leben bekanntlich unentbehrlich ist, so entsteht unmittelbar die Frage, ob denn vom Sauerstoff in der Luft, die wir atmen, wohl immer genügend vorhanden sei? Von Laien hört man nicht selten die Meinung äußern, daß in der oder jener Luft, die auf unsere Sinnesorgane einen unangenehmen Eindruck macht, zu wenig Sauerstoff enthalten sein müsse. Noch näher liegt eine derartige Annahme in solchen Fällen, wo, wie beispielsweise in

den Niederungen des Ganges, den sogenannten Dschungeln, stellenweise ganz ungeheure Massen tierischer und pflanzlicher Reste im Zustand hochgradigster Fäulnis aufgestapelt sind und wo die Luft infolgedessen auf weithin verpestet wird. Hier schiene es von vornherein nicht unmöglich, daß die Sauerstoffmenge infolge Verbrauchs an diesem Gase eine Verminderung erfahren könnte. In der Tat hielt man das für denkbar und hat deshalb Untersuchungen darüber angestellt, indem man Luft an solchen Orten in zugeschmolzenen Glasröhren aufsammelte und dann im Laboratorium analysierte. Dabei hat sich aber immer herausgestellt, daß die Sauerstoffmenge trotz der stinkenden Beschaffenheit der Luft so ziemlich die nämliche war, wie wir sie überall auf Erden in der freien Atmosphäre antreffen.

Der Grund hierfür liegt offenbar in der ganz gewaltigen Masse der Atmosphäre, die groß genug ist, um lokale Störungen sofort wieder auszugleichen. Von dieser gewaltigen Masse überzeugen wir uns jederzeit beim Anblick des Barometers, dessen Quecksilbersäule von annähernd 760 mm Höhe bekanntlich durch den Druck der auf der Erdoberfläche lastenden Atmosphäre im Gleichgewicht erhalten wird. Die Gesammtmasse der Atmosphäre ist also genau so groß, wie die Masse einer 760 mm hohen Quecksilberschicht, welche die ganze Erdoberfläche bedecken würde, sie ist demnach ganz ungeheuer groß, und daraus und aus der Beweglichkeit und steten Bewegtheit der Luft erklärt es sich denn leicht, weshalb wesentliche Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre trotz der organischen Zersetzungsprozesse an der Erdoberfläche nirgends beobachtet werden.

Der Sauerstoff ist das allgemeine Verbrennungsmittel. Bringen wir einen glimmenden Holzspan in Sauerstoffgas, so flammt derselbe hell auf und die Verbrennung, die Verbindung der Holzsubstanz mit Sauerstoff, geht um vieles lebhafter vor sich. In ähnlicher Weise bewirkt der eingeatmete Sauerstoff auch in unserem Körper eine langsame Verbrennung, welche uns die nötige Körperwärme und Muskelkraft liefert. Es wird vom Erwachsenen auf solche Weise täglich eine ganz gehörige Menge, nämlich 800 bis 1000 g Sauerstoff verbraucht, welcher von den Körpergeweben aufgenommen und gebunden werden muß. Auf der anderen Seite entstehen bei diesem Vorgang dann Verbrennungsprodukte, welche aus dem Körper wieder ausgeschieden werden müssen, hauptsächlich Kohlensäure, die in der Aus-

atmungsluft reichlich, etwa zu 4 Volumprozent enthalten ist. Das Blut spielt bei dieser Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure aus dem Körperinnern die wichtige Rolle eines Transportmittels Durch die Wandungen der feinen Haargefäßchen der Lunge dringt der Sauerstoff ins Blut und wird hier von den roten Blutkörperchen reichlich aufgenommen. Das auf solche Weise hellrot gewordene Blut transportiert nun den Sauerstoff ins Körperinnere und verteilt ihn an sämtliche Gewebe, namentlich auch ans Gehirn. Ohne ständige Zufuhr sauerstoffhaltigen Blutes kann unser Gehirn nicht eine Minute lang weiter funktionieren, und unser Bewußtsein, unsere ganze Seelentätigkeit müßte bei völligem Sauerstoffmangel sofort erlöschen.

Anderseits belädt sich aber das Blut im Innern des Körpers mit der in den Geweben als Verbrennungsprodukt gebildeten Kohlensäure. Das Blut wird dadurch und durch die Abgabe des Sauerstoffs dunkelfarbig und dieses dunkelfarbig gewordene Blut muß nun in der Lunge seine Kohlensäure wieder abgeben und Sauerstoff aufnehmen, um zur Durchströmung der Körpergewebe neuerdings geeignet zu werden.

Der ganze Vorgang der Sauerstoffversorgung des Körpers muß Not leiden, wenn sich der Mensch in größere Höhen über die Erdoberfläche erhebt, wobei entsprechend der Luftverdünnung auch die Menge und Dichtigkeit des Sauerstoffs geringer werden. In der Tat lehren die Erfahrungen der Luftschiffer, daß bei Höhen von etwa 6000 bis 7000 m über dem Erdboden Atembeschwerden beginnen, auch dann, wenn volle körperliche Ruhe gehalten wird. Wenn körperliche Arbeit geleistet wird, z. B. beim Bergsteigen, steigt der Sauerstoffverbrauch und dann stellt sich der Sauerstoffmangel schon in viel geringeren Höhen, in viel weniger stark verdünnter Luft ein. Die Luftschiffer haben ein probates Mittel gegen diese Beschwerden gefunden, und dies ist das Einatmen von komprimiertem Sauerstoff, der in eisernen Flaschen mitgeführt wird. Auf solche Weise konnte sich beispielsweise auch Dr. Berson auf seiner Fahrt mit dem vom Deutschen Kaiser gestifteten Ballon „Phönix“ am 4. Dezember 1894, wobei er die höchste von Menschen je erlangte Höhe von 9150 m erreichte, trotz der enormen Kälte von — 47,9° C. und einem Sinken des Luftdruckes auf $^1/_3$ der normalen Höhe, nicht nur am Leben sondern auch arbeitsfähig erhalten. Freilich durfte

er dabei nach seinem Berichte die Sauerstoffeinatmung nie länger als höchstens auf ein paar Sekunden unterbrechen, ohne Schwindel und ein gefährliches Nachlassen der Kräfte zu empfinden.

2. Außer in seinem gewöhnlichen Zustand kommt das Sauerstoffgas in der Natur noch in einem zweiten besonderen, zur Einleitung von Verbrennungsvorgängen viel geeigneteren, viel aktiveren Zustand vor, als sogenanntes Ozon (von ὄζειν [ozein griech.] = riechen, weil der Sauerstoff in diesem Zustand einen eigentümlichen Geruch besitzt). Von diesem Ozon, das in der freien Atmosphäre namentlich durch elektrische Entladungen erzeugt wird, hat man sich früher große hygienische Wirkungen erhofft, weil dasselbe imstande sein sollte, Krankheitsstoffe zu vernichten. In der Tat kann man zeigen, daß Wasser mit großen darin aufgelösten Mengen von Ozon, das sich technisch leicht mittels Induktions-Wechselströmen herstellen läßt, eine starke Desinfektionswirkung auf Krankheitserreger, sogar auf die äußerst widerstandsfähigen Dauerkeime des Milzbrandes besitzt. Man könnte also Ozon zur Reinigung von Abwässern u. s. w. recht wohl verwenden und hat bereits viel versprechende Versuche im großen über die Herstellung von unschädlichem Trinkwasser aus verdächtigem Flußwasser mit Hilfe von Ozon gemacht. Aber in der freien Atmosphäre findet sich das Ozon immer in so großer Verdünnung und überhaupt so unbeständig, daß ihm hier kaum eine nennenswerte Wirkung zukommen dürfte, weshalb es denn auch ins Gebiet der Fabel gehört, wenn jemand die unleugbare wohltätige und erfrischende Wirkung der Land- und Waldluft auf deren Gehalt an Ozon zurückführen will.

3. Der Sauerstoff beträgt, wie erwähnt, nur etwa $1/5$ von der Gesamtmenge unserer Atmosphäre, während die übrigen $4/5$ von Stickstoffgas eingenommen werden, wozu in neuester Zeit noch einige andere, in sehr kleinen Mengen vertretene Gase, wie Argon, Helium u. s. w. gekommen sind. Alle diese Gase besitzen aber kein direktes hygienisches Interesse, sie wirken nur als Verdünnungsmittel für den Sauerstoff.

4. Dagegen enthält die Atmosphäre außerdem noch beständig eine geringe Menge von Kohlensäure, und zwar etwa einen drittel Liter auf den Kubikmeter Luft. In der von uns ausgeatmeten Luft ist, wie erwähnt, die Kohlensäuremenge viel, mehr als hundertmal größer, und sie kann hier leicht nachgewiesen werden, indem wir die Atemluft mittels einer Glasröhre durch

Kalkwasser hindurch blasen. Es entsteht hierbei sofort ein weißer Niederschlag von kohlensaurem Kalk, demselben Stoff, aus dem die Masse unserer Kalkalpen größtenteils aufgebaut ist.

Da nun alle tierischen Lebewesen fortgesetzt Kohlensäure ausatmen, da bei allen Gärungs-, Fäulnis- und Verwesungsprozessen Kohlensäure entsteht, und viele Vulkane und die zahllosen kohlensäurehaltigen Quellen immerwährend gewaltige Mengen von Kohlensäure in die Luft entsenden, so könnte man an eine allmähliche Anhäufung dieses Stoffes in der Atmosphäre denken, oder wenigstens an örtliche Verschiedenheiten im Kohlensäuregehalt. Aber auch hiervon ist in der freien Atmosphäre nicht viel nachzuweisen, selbst nicht im Innern großer Industriestädte, wie z. B. Manchester, wo zahllose Schornsteine unausgesetzt große Mengen von Kohlensäure von sich geben, und wo daher Professor Roscoe, der dort solche Untersuchungen ausführte, von vornherein eine merkliche Vermehrung der Kohlensäure durchaus nicht für unmöglich gehalten hatte. Aber auch hier fand sich kein hygienisch nennenswerter Zuwachs an Kohlensäure. Es zeigt sich also, daß die Atmosphäre denn doch eine zu gewaltige Vorratskammer darstellt, um von den Vorgängen an der Oberfläche der Erde so leicht beeinflußt zu werden. Wohlbemerkt gilt das aber nur für die freie Atmosphäre. In geschlossenen Räumen dagegen kommt es sehr leicht zu merkbarer Anhäufung von Kohlensäure. Einige Gasflammen oder der Aufenthalt einiger Menschen können dazu schon genügen, weshalb wir bei dem Kapitel „Lüftung" auf diese Verhältnisse näher eingehen müssen.

5. Von wesentlichem Einfluß auf unser Befinden und somit unsere Gesundheit ist schließlich der wechselnde Gehalt der Atmosphäre an Wasserdampf, den wir am sinnfälligsten dann wahrnehmen, wenn es infolge von Übersättigung der Luft mit Wasserdampf zur Taubildung kommt. Solche erfolgt nicht nur im Freien am kühlen Morgen unter Bedingungen, die wir noch näher zu besprechen haben, sondern auch in geschlossenen geheizten Räumen, wenn die feuchte Luft mit der kalten Fensterfläche in Berührung tritt und unter sogenannter „Schwitzwasserbildung" ihre übermäßige Feuchtigkeit ablagert.

Beide Erscheinungen haben die gleiche Ursache, nämlich die, daß die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf durchaus von der Temperatur abhängt, groß ist bei hoher, gering da-

gegen bei tiefer Temparatur, weshalb dann der Überschuß an Wasser in tropfbar flüssiger Form zu Tage treten muß. Auch bei 0⁰ kann die Luft noch Wasserdampf enthalten und selbst unter 0⁰, bis zu — 10 und — 20⁰ können Schnee und Eis an freier Luft noch verdampfen. Aber die Wasserdampfmenge der Luft bleibt bei so tiefen Temperaturen auch bei voller „Sättigung", d. h. bei größtmöglicher Aufnahme immer eine recht geringe, während eine warme Luft z. B. von Körpertemperatur (37⁰ C.), verhältnismäßig sehr viel Wasserdampf in sich aufzunehmen und fortzutransportieren imstande ist, wie sich dies in nebenstehendem Diagramm ausgedrückt findet (Fig. 1).

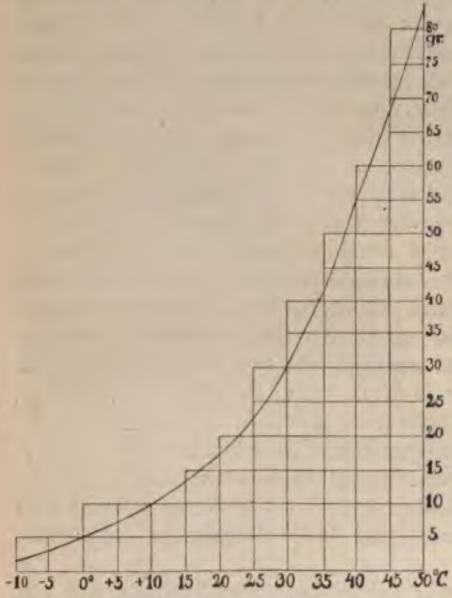



Fig. 1. Sättigungspunkt der Luft mit Wasserdampf bei verschiedenen Temperaturen, ausgedrückt in g Wasser pro 1 cbm Luft.

Ist die Luft völlig mit Wasserdampf gesättigt und zugleich warm, dann empfinden wir eine lästige Schwüle, wegen der Hemmung der Wasserdampfabgabe von unserer Hautoberfläche, welche zu unserem Wohlbefinden erforderlich ist. Die Verdunstung von Wasser von unserem Körper ist eine sehr beträchtliche und beträgt im Tag, selbst ohne stärkere Arbeit, etwa 900 g, also beinahe einen Liter Wasser, wovon etwa 300 g auf die mit Wasserdampf gesättigte, von den Lungen ausgeatmete Luft, 600 g auf die Verdunstung von der Hautoberfläche entfallen. Für gewöhnlich spüren wir nichts von dieser starken Wasserdampfabgabe, und der Verdunstungsvorgang kommt uns erst zum Bewußtsein, wenn er aus irgend welchen äußeren Gründen eine *Hemmung* erfährt, z. B. in von Menschen überfüllten und

daher wasserdampfgesättigten Räumen, oder in der feuchtwarmen Luft eines Gewächshauses, oder wenn wir uns bei Körperbewegung mit einem luft- und wasserdichten Gummimantel bekleiden. Ein solches Bekleidungsstück wird uns bald so unangenehm, daß wir uns lieber vom Regen durchnässen lassen, als bei eigener körperlicher Anstrengung uns mit solcher luftdichter Hülle umkleiden. Die wasserdicht imprägnierten Wollstoffe sind daher ein wesentlicher Fortschritt, weil durch diese die Wasserdampfabgabe vom Körper nicht gehemmt wird. Dagegen sind Gummimäntel allerdings zweckmäßig z. B. für Kutscher, welche sich nicht selbst zu bewegen brauchen und deshalb weniger Wasserdampf von ihrer Körperoberfläche abgeben.



Fig. 2. Psychrometer.

Mangel an Wasserdampf, also Trockenheit der Luft, wird nicht selten angenehm empfunden, so z. B. in heißen Klimaten, wo durch die gesteigerte Wasserverdunstung von der Hautoberfläche und dadurch erzeugte Abkühlung die Hitze erträglicher wird. Der kalifornische Sommer mit seinen extremen Hitzegraden läßt sich verhältnismäßig leicht ertragen, wegen der gleichzeitigen hohen Trockenheit der Luft. Ebenso empfinden wir bei Bergpartien an klaren Sonnentagen die dann meist trockene Höhenluft sehr wohltuend. Es gibt dem gegenüber freilich auch Fälle, in denen die trockene Luftbeschaffenheit sich unangenehm geltend machen kann. Sehr häufig liegt aber der Empfindung des Trockenseins der Luft, wenn es sich dabei um bewohnte Räume handelt, eine Täuschung zu Grunde, indem die Luft ihre trockene, kratzende Beschaffenheit nicht durch den Mangel an Wasserdampf erhält, sondern durch gewisse verunreinigende Beimengungen, von denen wir später noch ausführlicher sprechen müssen. Ebenso müssen wir dann auch jene Fälle berücksichtigen, in denen durch starke Verdunstung an der Hautoberfläche eine mächtige Wärmeentziehung und hierdurch dasjenige entsteht, was wir eine „Erkältung“ zu nennen pflegen.

Die Luftfeuchtigkeit besitzt also in verschiedener Weise Einfluß auf unser Befinden, und so ist es von Interesse, dieselbe genau messen zu können. Hierzu dient uns der sogen. „Psychrometer“ oder Feuchtigkeitsmesser von August (Fig. 2), der

aus zwei möglichst gleich gearbeiteten Thermometern besteht, von denen das eine an seiner Quecksilberkugel mit einer Hülle von Musselin umgeben ist, die durch Eintauchen in ein kleines Wassergefäß beständig feucht erhalten wird. An diesem feucht gehaltenen Thermometer wird fortwährend Verdunstung stattfinden, sofern die Luft der betreffenden Örtlichkeit nicht mit Wasserdampf gesättigt ist, und zwar umsomehr, je weiter die Luft von ihrem Sättigungspunkt entfernt ist. Je mehr verdunstet, umsomehr wird aber auch Wärme entzogen und das feuchte Thermometer muß daher in wasserdampfarmer Luft wesentlich tiefer stehen, als das trockene, oder mit anderen Worten: wir können aus der Größe des Unterschiedes im Stand beider Thermometer den Feuchtigkeitsgehalt der Luft erkennen und abmessen.

Noch bequemer zur Messung der Luftfeuchtigkeit sind die bekannten Haarhygrometer (Fig. 3), die in verschiedener Ausführungsart hergestellt werden, aber immer darauf beruhen, daß organische Substanzen, wie z. B. Menschen- und Tierhaare, in feuchter Luft sich ausdehnen, in trockner aber zusammenziehen. Wenn also z. B. ein vorher geeignet präpariertes Frauenhaar an seinem oberen Ende, wie es Fig. 3 zeigt, befestigt, mit seinem unteren Ende aber um eine mit Zeiger versehene Rolle umgeschlungen wird, so läßt sich an der Stellung des Zeigers die Länge des Haares und damit die Feuchtigkeit der Luft an der betreffenden Örtlichkeit direkt ablesen. Die Grade an diesem Instrument geben uns die sogen. „relative Feuchtigkeit“, welche in Prozenten den Anteil ausdrückt, bis zu welchem die volle Sättigung für die jeweilige Temperatur erreicht ist. Beispielsweise bedeutet eine relative Feuchtigkeit von 50%, daß die betreffende Luft genau die Hälfte der Feuchtigkeit oder des Wasserdampfes enthält, den sie *bei voller* Sättigung nach ihrer Temperatur enthalten könnte.

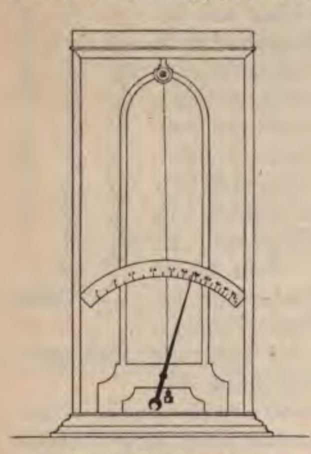


Fig. 3. Haarhygrometer.

Man nimmt im allgemeinen an, daß in bewohnten Räumen die relative Feuchtigkeit nicht unter 40% sinken soll. Da nun im Winter bei Ofenheizung die Feuchtigkeit leicht unter diese Grenze herabsinkt, so kann man dann durch Aufstellen großer Wassergefäße auf dem Ofen oder Aufhängen befeuchteter Tücher Abhilfe treffen. Allerdings muß hinzugefügt werden, daß die meisten Menschen gegen trockene Luft, wenn sie nur im übrigen von vorzüglicher Beschaffenheit ist, keineswegs sehr empfindlich sind, ja daß die allermeisten nach ihrer bloßen Empfindung überhaupt nicht imstande sind, anzugeben, ob die Luft, in der sie sich augenblicklich befinden, einen höheren oder tieferen Grad von Feuchtigkeit besitze. Allzu ängstlich brauchen wir also jedenfalls in Bezug auf einen zu kleinen Wasserdampfgehalt unserer Wohnungsluft nicht zu sein; viel häufiger leiden wir unter ihrer allzu großen Feuchtigkeit.

Im Freien schwankt die Luftfeuchtigkeit je nach den Tages- und Jahreszeiten. Um Mittag und dann im Sommer ist dieselbe im ganzen geringer, d. h. die Luft kann dann noch mehr Wasserdampf aufnehmen, die Verdunstung erfolgt rascher, was sich beispielsweise beim Austrocknen von Neubauten geltend macht. In sehr trockenen Klimaten, wie z. B. in Ägypten, sind neugebaute Häuser sofort beziehbar.

Sinkt die Temperatur einer Luftmasse, dann kommt es, da kältere Luft nicht mehr so viel Wasser dampfförmig enthalten kann, als wärmere, zu einer Verdichtung des überschüssigen Wasserdampfes, zur Taubildung. Mit Regelmäßigkeit sehen wir diese Erscheinung im Winter an den kalten Fensterflächen, wenn die Luft unserer Wohnräume reichlich Wasserdampf enthält. Sinkt dann die Außentemperatur noch weiter, dann gefriert dieser Tau und gibt zur Entstehung jener herrlichen Eisblumen Veranlassung, welche uns als Kinder in Entzücken versetzten. Ganz besonders versteht man aber unter „Tau" jene zahllosen Wassertröpfchen, die an klaren, kühlen Sommermorgen auf freiem Feld- und Wiesengrund im Sonnenstrahl funkeln und glitzern. Auch hier handelt es sich ursprünglich um Wasserdampf, der zum Teil aus den der Erdoberfläche benachbarten Luftschichten entstammt, zum Teil aber auch aus den obersten, von der Sonnenbestrahlung des vorhergehenden Tages noch erwärmten Bodenschichten aufsteigt und an der Oberfläche, an den Gräsern und Blättlein, welche sich nachts über durch Wärmeausstrahlung abgekühlt haben, verdichtet wird. Die

Taubildung fehlt deshalb im Walde vollständig, weil hier durch die Bäume die Wärmeausstrahlung gegen den Himmel gehemmt wird, ebenso wie auch ein völlig klarer, nicht wolkenbedeckter Himmel Vorbedingung der Taubildung ist.

Erfolgt die Verdichtung des Wasserdampfes in der freien Atmosphäre, dann kommt es zur Nebel-, Wolken- und Regenbildung. Da die Feuchtigkeit des Bodens gesundheitlich von Bedeutung sein kann, so besitzt auch die Kenntnis der Regenmengen, die an einem Orte fallen, ein hygienisches Interesse. Man bestimmt dieselben mittels der sogen. Regenmesser, welche aus einem zweckmäßig geformten Auffammelgefäß bestehen, das auf einem Gestell befestigt und an einem freien Platze aufgestellt wird. An Regentagen muß das angesammelte Wasser nach 24 Stunden regelmäßig gemessen werden. Bei solchen Messungen zeigt sich dann, daß nicht nur in verschiedenen Weltteilen und Klimaten, wie z. B. in Kalkutta in Indien und anderseits in München, die Niederschläge im ganzen und in ihrer jahreszeitlichen Verteilung sehr verschieden sind, sondern daß sogar in benachbarten Städten, wie z. B. in München und Augsburg, in manchen Jahren wesentliche Unterschiede vorkommen können.

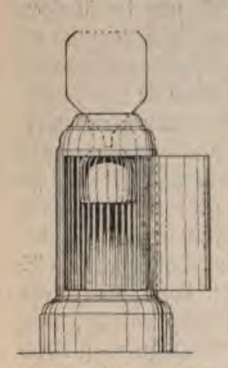


Fig. 4. Regenmesser.

| | Mittlere Regenmenge in Millimeter | | Regenmenge 1873 in Millimeter | |
|---|---|---|---|---|
| | München | Kalkutta | München | Augsburg |
| Januar | 41,0 | 5,3 | 6,7 | 21,7 |
| Februar | 35,4 | 10,6 | 51,0 | 123,6 |
| März | 50,0 | 28,7 | 32,6 | 107,1 |
| April | 58,5 | 60,9 | 53,3 | 97,0 |
| Mai | 92,0 | 108,9 | 122,5 | 129,2 |
| Juni | 123,4 | 256,5 | 132,1 | 169,4 |
| Juli | 112,3 | 343,0 | 74,9 | 94,0 |
| August | 100,8 | 365,7 | 171,9 | 50,6 |
| September | 70,0 | 265,1 | 66,0 | 64,2 |
| Oktober | 54,0 | 120,8 | 50,8 | 78,3 |
| November | 46,8 | 22,8 | 32,5 | 100,6 |
| Dezember | 33,3 | 3,3 | 11,9 | 23,9 |
| | 817,5 | 1591,6 | 806,7 | 1059,6 |

Wie vorstehende Tabelle erkennen läßt, war dies beispielsweise der Fall im Jahre 1873, wo bis zum Juli in Augsburg wesentlich stärkere Niederschläge fielen als in München. In letzterer Stadt, welche bis dahin ein vorwiegend trockenes Jahr gehabt hatte, trat im Juli die Cholera auf, während Augsburg, in welchem die erste Jahreshälfte sehr niederschlagsreich gewesen war, damals ganz von der Cholera verschont blieb. Sehr auffallend war dann in München der ganz ungewöhnlich starke Regenfall von 171,9 mm im August, und es ist eine höchst merwürdige Tatsache, daß nach dem Eintritte dieses Regens die erst in Entwicklung begriffene Choleraepidemie zum Stillstande kam. Erst im November brach die Epidemie wieder aus und ergriff die noch übrigen Stadtteile.

Wir sehen an diesem Beispiele, wie selbst an benachbarten Orten manchmal die Niederschläge sich sehr verschieden verhalten, und wie dies auf epidemische Vorkommnisse einen direkten Einfluß zu üben scheint.

## 2. Vortrag.

Gasförmige Verunreinigungen der Luft. Saure Dämpfe. Wirkungen auf die Vegetation. Andere Wirkungen der sauren Dämpfe. Staubförmige Verunreinigungen der Luft. Gröbere Stäubchen. Sonnenstäubchen. Feinster Staub. Luftstaub. Nebelbildung. Stadtnebel. Staubförmige Keime von niederen Pilzen. Praktische Regeln.

### Gasförmige Verunreinigungen der Luft.

Wir haben das letzte Mal die gewöhnlichen, regelmäßigen Bestandteile der Atmosphäre besprochen; jetzt müssen wir noch die verschiedenen Beimengungen zur Atmosphäre erwähnen, die sich unregelmäßig in derselben befinden, die aber für die Gesundheit unter Umständen von großer Bedeutung sind. Als solche Beimengungen zur Atmosphäre sind vor allem gewisse saure Dämpfe, Dämpfe von schwefliger und Schwefelsäure, zu erwähnen, welche dadurch in die Luft kommen, daß schwefelhaltige Materialien verbrannt werden. Nun wird man einwenden: schwefelhaltige Materialien werden doch nicht so viel verbrannt!

In der Tat wird ein ungeheures Maß von Schwefel verbrannt, denn alle Steinkohlen sind schwefelhaltig und bei ihrer Verbrennung entsteht nicht nur Kohlensäure, sondern es entsteht auch immer schweflige Säure, deren stechender Geruch uns sehr wohl bekannt ist von den jetzt allerdings veralteten Schwefelhölzern. Dieses Gas, welches unsere Augen angreift, geht dann in der Luft durch Aufnahme von Sauerstoff in Schwefelsäure über. Solche saure Dämpfe kommen also überall dort vor, wo sehr viel Steinkohlen verbrannt werden; namentlich in großen Industrieorten, wie Manchester, hat man bei Nebel bedeutende Quantitäten von Schwefelsäure direkt in der Luft nachweisen können. Es fällt dort ein Staub nieder und bedeckt die Felder in der Umgebung, der aus dem Ruß der Kamine entsteht und eine ziemliche Menge von Säuren, namentlich Schwefel-, aber auch Salzsäure enthält. Man hat berechnet,

daß auf eine englische Quadratmeile in drei Tagen 50 kg Schwefelsäure zur Ablagerung kommen. Da muß man doch die Frage erheben, ob diese Säuremengen nicht schädlich wirken können?

Für den Menschen wirken sie nicht so schädlich als man glauben sollte, dazu sind die Mengen doch nicht groß genug.

Für den menschlichen Organismus werden die sauren Dämpfe nur insofern schädlich, als sie wegen ihrer Löslichkeit in Wasser sehr leicht vom Nebel aufgenommen werden, gleichsam im Nebel sich verdichten und so in größerer Menge eingeatmet auf die Atmungswerkzeuge einen Reiz ausüben. In neblichter Stadtluft im Winter holt man sich leicht eine Halsentzündung oder wenigstens eine Heiserkeit. Doch ist diese Schädlichkeit im ganzen nicht so groß, als man glauben möchte.

Dagegen macht sich eine andere Wirkung der sauren Dämpfe sehr unbequem bemerkbar, indem dadurch die Vegetation in den Städten geschädigt und namentlich die Nadelhölzer vernichtet werden. Im botanischen Garten in München standen vor 15—20 Jahren eine Menge herrlicher Nadelhölzer, die nun fast alle mit der Zeit zu Grunde gegangen sind. Ich habe selbst vor ungefähr 12 Jahren eine größere Zahl junger Fichten- und Kiefernbäume in mein Privatgärtchen, das an der damaligen Stadtgrenze liegt, eingepflanzt, also in einer Stadtgegend, wo man annehmen konnte, daß die Rauchmenge nicht so sehr bedeutend sein werde. Aber alle diese Bäumchen sind schon in den ersten Jahren krank geworden, haben jahrelang gesiecht und sind schließlich zu Grunde gegangen.

Solche Schäden in der Vegetation treten im allergrößten Maßstabe in der Umgebung von Hüttenwerken hervor, in denen nicht nur aus verbrannten Steinkohlen, sondern auch aus den erhitzten Erzen sich säurehaltige Dämpfe entwickeln, wie dies namentlich in vielen Hütten des Oberharzes der Fall ist. Da sind die Verwüstungen in der Vegetation oft ganz furchtbare. Direkt um die Hütten herum ist alles öde und tot; erst wenn man weiter hinausgeht, sieht man spärlichen Graswuchs, etwas Heide und verkrümmte Laubbäume. Außen herum zieht sich wieder eine Zone, wo viele kranke Bäume zu finden sind, während manche andere halbwegs gedeihen. In einer weiteren Zone trifft man viele wipfeldürre Bäume und solche, die offenbar kränkeln. Endlich hört das auch auf und dann sind die Wirkungen erloschen, aber sie können sich sehr weit erstrecken. M

gefunden, daß die Schäden in der Vegetation besonders entlang der Täler sich ausbreiten, in denen die Hüttenwerke liegen, was teils mit der vorherrschenden Windrichtung zusammenhängt, teils mit der Nebelbildung. Der Nebel nimmt, wie erwähnt, die sauren Dämpfe auf und lagert sie auf die Pflanzen ab.

Man war lange im unklaren, wodurch diese Zerstörung der Vegetation in der Umgebung der Hüttenwerke bedingt sei und hat immer gemeint, es müßten giftige Metalle im Spiele sein; allein das ist es nicht, was die Vegetation zu Grunde richtet, sondern nur die sauren Dämpfe, hauptsächlich schwefelsaure und salzsaure Dämpfe. Man hat auch gemeint, es könnte der sogen. Ruß, die im Rauch fein verteilte Kohle, die Pflanzen beschädigen, indem dadurch die Spaltöffnungen der Blätter und Nadeln verstopft würden, so daß die Pflanzen nicht mehr atmen können. Aber auch das ist nicht der Fall. Es wurden Versuche angestellt, indem man junge Tannen in Glashäusern aufwachsen ließ, in denen man durch Benzinlampen absichtlich kolossale Mengen von Ruß erzeugte. Sie sind trotzdem gediehen. Aber gegen die kleinste Menge von Säure in der Luft sind namentlich die Nadelhölzer, weniger die Laubhölzer, sehr empfindlich. Die Blätter werden zuerst gelblich und dann bekommen sie gelbe und braune Flecken. Und bei den Nadelhölzern zeigen die Nadeln zunächst an den Spitzen gelbliche, später bräunliche Verfärbung, und dann allmählich fallen sie ab. Das Ganze gewährt einen ähnlichen Anblick, wie gewisse Beschädigungen, welche von Parasiten an Bäumen hervorgebracht werden, so daß man nach bloßem Anblick manchmal nicht sagen kann, ob die Beschädigung von Hüttenrauch oder von Pilzen herrührt. Professor Hartig in München hat aber ein Kennzeichen gefunden, und dies ist auch praktisch von Bedeutung. Denn es sind schon öfter Prozesse darüber entstanden, daß Waldbesitzer behaupteten, es handle sich um Rauchschäden, während es in Wirklichkeit nur Schäden durch Pilze waren, die eben in der Natur sehr häufig auftreten.

Einen Beweis dafür, daß im Rauch nur die sauren Dämpfe das Schädliche darstellen, und nicht der Rauch an und für sich, liefert uns jeder Kohlenmeiler. Die Kohlenmeiler stehen gewöhnlich mitten im Walde und haben doch den Wäldern noch niemals geschadet, obwohl jahraus jahrein viel Rauch entsteht. Aber der Holzrauch enthält keine schwefelsauren Dämpfe. *Warum* gerade die Nadelhölzer so empfindlich sind, erklärt sich

hauptsächlich daraus, daß die Nadeln den Winter überdauern. Während das Laub nur im Sommer der Schädlichkeit ausgesetzt ist, müssen die Nadeln dieselbe auch im Winter aushalten, und da ist die Gefahr am größten, namentlich in Städten, weil dann am meisten geheizt wird und ferner am meisten Nebelbildung eintritt.

Außerdem spielt auch der Schnee eine wichtige Rolle, denn auch der Schnee besitzt eine starke Fähigkeit, Säure in sich aufzunehmen. Hierüber sind hier im hygienischen Institut seinerzeit Untersuchungen angestellt worden durch Dr. Sendtner. Der frischgefallene Schnee enthielt an den ersten Tagen noch wenig Säure; wenn er aber längere Zeit an der Luft gelegen war, so wurde er immer reicher an Säure, und wenn dann schließlich ein solcher Schnee, der längere Zeit auf den Bäumen abgelagert war, zum Schmelzen kommt, so fließt die entstehende Schwefelsäurelösung über die Nadeln, und diese müssen dann natürlich zu Grunde gehen.

Die Steinkohlen sind, wie erwähnt, die Quelle der schwefligen und Schwefelsäure, und zwar wegen ihres Gehaltes an Schwefelkies. Alle Steinkohle enthält Schwefelkies, auch die englische. In England werden die Kohlen vielfach, um sie zum Gebrauch tauglicher zu machen, zu Koks umgewandelt. Gerade bei diesem Verkokungsprozeß entstehen nun Massen von sauren Dämpfen, welche dort zum Teil furchtbare Verwüstungen in der Vegetation angerichtet haben.

In den Städten ist übrigens noch eine recht unangenehme Wirkung dieser sauren Dämpfe zu beobachten und zwar an unseren Marmordenkmälern. Es verbindet sich die Schwefelsäure mit dem Kalk, es entsteht dabei Gips, dieser löst sich in Wasser und wird fortgewaschen. Dadurch schwindet allmählich das Relief der Marmordenkmäler. Das kann man in betrübender Weise hier sehen an der Büste des Bildhauers Roman Boos, der am Anfang dieses Jahrhunderts in München wirkte und bekannt ist durch die Schöpfung der zwölf Taten des Herkules. Seine Büste befindet sich an der Kapelle des südlichen Friedhofs, und ein einziger Blick darauf belehrt uns, daß dieselbe außerordentlich gelitten hat. Sie ist abgewaschen und abgeflacht und daran trägt besonders die Nachbarschaft der Gasfabrik die Hauptschuld durch die starke Erzeugung von sauren Dämpfen. Vor einigen Jahren hat sic

auch eine Meinungsverschiedenheit erhoben zwischen einer Anzahl hervorragender hiesiger Künstler und Geheimrat v. Pettenkofer darüber, wie man das Liebig-Denkmal in München gegen die Einflüsse der Witterung zu schützen habe. Die Künstler behaupteten, man müsse dasselbe im Winter in einen Holzkasten hineinstecken, während Pettenkofer mit Recht hervorhob, daß Marmordenkmäler im Freien nur durch schweflige und Schwefelsäure leiden, und daß es genüge, sie mit Paraffin oder Ceresin zu imprägnieren, so daß ihnen die Schwefelsäure nichts anhaben kann. Wenn das geschieht, können diese Denkmäler den Winter ruhig überdauern, die Kälte schadet ihnen durchaus nichts. Trotzdem drang die Ansicht der Künstler durch, und so kommt es, daß das herrliche Liebig-Denkmal die Hälfte des Jahres hindurch den Blicken der Münchener und Fremden entzogen und mit einem häßlichen Holzkasten zugedeckt wird.

Schließlich sei erwähnt, daß auch die Bronze-Denkmäler unter den sauren Dämpfen leiden. Viele unter Ihnen werden sich noch der schönen grünen Farbe, der sogenannten „Patina" erinnern, die an den Bronze-Löwen neben der Schloßwache hier früher zu sehen war und aus kohlensaurem Kupferoxyd bestand. Sie ist jetzt längst verschwunden, ebenso wie die schöne Patina an der Statue der Patrona Bavariae an der Residenz gleich oberhalb der Schloßwache, und an verschiedenen anderen Erzdenkmälern inmitten der Stadt.

Alles in allem kann man wohl sagen, daß die sauren Dämpfe ein sehr lästiges Erzeugnis der Steinkohlenverbrennung darstellen. Wenn dieselben auch für die menschliche Gesundheit direkt nicht so sehr schädlich wirken — obwohl es im Winter nicht gleichgültig ist, wenn soviel Schwefelsäure in der Luft sich befindet —, so bleibt doch diese Luftverunreinigung im allgemeinen ein sehr großer Übelstand, der sich leider vorläufig nicht vermeiden läßt.

## Staubförmige Verunreinigungen der Luft.

Wir kommen jetzt zu den staubförmigen Beimengungen in der Atmosphäre. Der Staub spielt eine große Rolle in Bezug auf Gesundheit und Krankheit, wenigstens gilt dies für gewisse Sorten von Staub. Wir können den Staub zunächst unterscheiden je nach der Größe der einzelnen Stäubchen. Vor allem haben wir da Staub gröberer Sorte, wie er vom Wind

auf der Straße aufgeweht wird oder wie er im Zimmer bei der Reinigung entsteht. Er setzt sich aus Teilchen zusammen, die groß genug sind, um mit bloßem Auge wahrgenommen zu werden und die sich deshalb, entsprechend ihrer Größe, in ruhiger Luft von selbst wieder ablagern.

Dieser grobe Staub ist nicht gleichgültig für die Gesundheit. Es gibt gewisse Sorten von Staub, wie sie namentlich in bestimmten Gewerbebetrieben entstehen, die sehr schädlich sind für die Atmungswerkzeuge, und der allerschädlichste ist der Steinhauerstaub. Steinmetze sind alle mehr oder weniger der Gefahr ausgesetzt, schwere Lungenkrankheiten zu bekommen, weil dieser Staub, der bei der Behauung von Steinen entsteht, sehr scharfkantig und auch sehr schwer ist, deshalb in der Lunge leicht zurückgehalten wird und dann reizend, verletzend, wundmachend wirkt. Sehr gefährlich ist auch der Staub in Stahlschleifereien. Infolgedessen war in früheren Zeiten die Lebensdauer der Stahlschleifer sehr kurz; die Leute wurden nicht älter als 35, höchstens 40 Jahre. Jetzt aber ist das bedeutend besser geworden, weil man eingesehen hat, es müsse etwas geschehen, und jetzt sind nicht nur in diesen Fabriken ausgezeichnete Lüftungs-, sondern auch besondere Absaugevorrichtungen, durch welche der Staub von dem Orte, wo er entsteht, weggeführt und in einem starken Luftstrome fortgerissen wird so daß er nicht in die Atmungswerkzeuge des Arbeiters kommen kann.

Über die Schädlichkeit des Staubes ließe sich noch vieles anführen. Der gewöhliche Staub wirkt freilich weniger schädlich, als wenn soviele Steinsplitter darunter sind; er kann aber bei empfindlichen Personen doch zu Erkrankungen Veranlassung geben. Ich möchte hierzu nur bemerken, daß auch die Lungentuberkulose bei den Stahlschleifern nicht eigentlich direkt durch den beim Schleifen erzeugten Staub verursacht wird. Denn der Erreger der Lungenschwindsucht, der Bacillus der Tuberkulose, den Robert Koch im Jahre 1882 entdeckt hat, und der bei Lungenschwindsucht immer als eigentliche Ursache wirkt, ist im Stahlstaub natürlich gar nicht vorhanden, sondern er kommt stets auf andere Weise in den Menschen hinein. Wenn er aber einen gesunden Organismus antrifft, kann er diesem nicht so leicht etwas anhaben; gelangt er dagegen in eine Lunge, die schon Verletzungen aufweist, so kommt es zur Erkrankung. Der Staub wirkt also hier als Hilfsursache für das E

kranken und ist von entscheidender Bedeutung, obwohl er nicht die eigentliche Krankheitsursache darstellt.

Wir sehen also, diese groben Stäubchen sind je nachdem nicht so absolut harmlos, und namentlich in unserer schönen Stadt München dürfte noch weit mehr gethan werden für Beseitigung des Staubes. Es gehört dazu vor allem eine durchgehende Befestigung des Pflasters. Aber die Straßen müssen nicht nur gepflastert sein, sondern sie müssen auch reingehalten werden, und zwar immer unter Anwendung von Feuchtigkeit. Das trockene Beseitigen des Staubes ist nicht so zweckmäßig; der trockene Staub ist im nächsten Augenblick durch einen Windstoß wieder verteilt.

Wenn in der Luft kein sichtbarer Staub vorhanden ist, dürfen wir trotzdem nicht annehmen, daß die Luft von Staub frei sei. Die Luft unserer Wohnräume, wenn sie auch für gewöhnlich nicht so staubig zu sein scheint, kann doch sofort eine Menge Stäubchen erscheinen lassen, wenn die Sonnenstrahlen in ein im übrigen verdunkeltes Zimmer hereinfallen. Diese sogen. Sonnenstäubchen, welche fortgesetzt in der Luft bewohnter Räume schweben, sind vorwiegend organischer Natur. Sie entstehen durch Abnützung des Schuhwerks und der Kleider, durch Abscheuerung des Fußbodens, der Möbel u. s. w. Dieser organische Staub ist weniger schädlich; trotzdem sollen wir suchen, ihn möglichst zu vermindern, und wir können dies durch Lüftung und ferner dadurch, daß wir unsere Fußbodenbeläge aus haltbarem Material, z. B. Linoleum, herstellen.

Man darf nun nicht glauben, daß damit schon aller Staub vollständig aufgezählt sei. Außer den gröberen und den im Sonnenstrahl sichtbaren Stäubchen gibt es auch noch unsichtbaren Staub, den wir selbst in einem Sonnenstrahl mit bloßem Auge nicht mehr wahrnehmen können, und gerade dieser unsichtbare Staub ist von großem Interesse. Wir wollen uns mit diesem feinsten Staub daher etwas näher beschäftigen.

Diese unsichtbaren feinsten Stäubchen sind größtenteils mineralischer Natur. Es existieren in der Luft bis zu großen Höhen hinauf feinste schwebende Splitterchen von zerriebenem Gestein. Man hat sogar die blaue Farbe des Himmels durch diesen Gehalt der Luft an feinstem Staub zu erklären gesucht. Das Firmament müßte schwarz erscheinen, wenn nicht die Atmosphäre von solchen schwebenden Stäubchen, welche das

Licht zurückwerfen, erfüllt wäre. Über diese feinen mineralischen Stäubchen sind Untersuchungen angestellt worden durch Aitken, der sich große Verdienste um diese Frage erworben hat. Aitken hat an vielen Stellen des europäischen Festlandes und auch auf dem Meere Zählungen und Ermittlungen über die Menge dieser kleinsten Stäubchen angestellt. So z. B. hat er auf dem Rigi viele Beobachtungen gemacht und dabei große Unterschiede gefunden, je nachdem die Luft aus den Alpen herkam — da war sie viel reiner — oder ob sie aus der Ebene herstrich — da war sie viel staubhaltiger. Im ersten Falle, wen die Luft von den Alpen herkam, enthielt sie nur 500 Stäubchen im Kubikzentimeter. Diese Luft war dann sehr rein und durchsichtig. Wenn sie aber umgekehrt aus der Ebene kam, enthielt sie 5—6000 Stäubchen in einem Kubikzentimeter; dann war sie trüb und wenig durchsichtig.

Ein solcher Staubgehalt ist übrigens immer noch geringfügig. Auch in Paris auf dem Eiselturme wurden von Aitken Beobachtungen gemacht und da zeigten sich gewaltigere Verschiedenheiten. Wenn die Luft vom Lande herkam, war sie auch hier sehr rein; strich sie aber von der Stadt Paris her, so enthielt sie bis zu 200000 Staubteile in einem Kubikzentimeter.

Diese Stäubchen sind natürlich von außerordentlicher Feinheit. Sie bestehen zum Teil auch aus Kochsalz. Man kann das erkennen, wenn man eine nicht leuchtende Gasflamme beobachtet; da sieht man ab und zu ein gelbliches Aufleuchten, das immer dann eintritt, wenn ein solches Kochsalzstäubchen in die Flamme gerät. Dieses Kochsalz, das in der Luft soweit verbreitet ist, stammt ohne Zweifel aus dem Meer her, indem das Meerwasser bei Stürmen als feiner Schaum in die Atmosphäre hinaufgeschleudert wird.

Im allgemeinen ist die Luft auf dem Meere übrigens sehr rein, es sind dort sehr wenig Staubkörperchen in der Luft; ebenso gilt dies für die Luft in den Alpen, oder in den schottischen Hochlanden; die Luft über dem Atlantischen Ozean fand sich am allerreinsten. Wenn es geregnet hat, ist weniger Staub in der Luft enthalten, denn durch Regen wird der Staub niedergeschlagen.

Dies erinnert an eine Beobachtung, die man in München häufig zu machen Gelegenheit hat. Im Sommer pflegt man dort je nach dem Anblick des Gebirgs die kommende Witterung zu prophezeien. Wenn das Gebirge sehr deutlich zu sehen ist

sagt man: jetzt gibt es schlechtes Wetter; wenn die Berge dagegen unklar und in einem gewissen Dunst daliegen, so hält jedermann das Wetter für beständig. Woher kommt diese Erfahrung? Nach dem, was wir eben gehört haben, ist dies nicht schwer zu erklären. Wenn die Windströmung von Osten kommt, also aus dem großen Kontinentalgebiete, aus dem Festlande von Asien her, ist die Luft reich an feinsten Stäubchen. Ein verhüllter, dunstiger Anblick des Gebirges bedeutet demnach, daß zwischen München und dem Gebirge vorwiegend die staubhaltige Ostluft vorbeiströmt, welche meist schönes Wetter bringt. Wenn die Luft dagegen sehr durchsichtig ist, so beweist dies, daß die Luft sehr staubfrei sein muß, und solche Luft kommt meist aus Gegenden, wo es bereits geregnet hat, oder sie kommt vom Atlantischen Ozean und ist infolgedessen arm an Staub und zugleich reich an Feuchtigkeit.

## Nebelbildung.

Der Staubgehalt der Atmosphäre steht also in einer gewissen Beziehung zur Wettervorhersage. Staubreiche Luftschichten deuten, wenigstens in unseren Gegenden, auf trockene Witterung, staubarme dagegen auf Niederschläge. Da ist es denn interessant, daß umgekehrt und trotz dieses eben geschilderten Verhaltens der Staub in der Luft als die eigentliche direkte Veranlassung der Bildung von Nebel und Regen betrachtet werden muß. Nach der merkwürdigen Entdeckung Aitkens bildet sich nämlich Nebel nur in einer staubhaltigen Luft. In einer Luft, die absolut frei ist von Staub, kann sich kein Nebel bilden.



Fig. 5. Glaskolben nach Aitken.

Man kann dies durch einen einfachen Versuch, den Aitken angegeben hat, beweisen. Hierzu dient ein Glaskolben, der mit einem durchbohrten Kork und Gummischlauch verschlossen ist, wie ihn Fig. 5 darstellt. In diesen Glaskolben bringt man einige Kubikzentimeter Wasser und erwärmt dasselbe ein wenig, um das Innere des Kolbens mit Wasserdampf zu füllen. Sowie dann am freien Ende des Gummischlauches mit dem Munde

kräftig gesaugt wird, so entsteht im Innern des Kolbens infolge der Luftverdünnung und der dadurch erzeugten Abkühlung — soferne der Kolben mit gewöhnlicher d. h. staubhaltiger Luft gefüllt war — Nebel. Hatten wir dagegen den Kolben vorher mit einer Luft gefüllt, die durch Baumwollwatte hindurchgesaugt und so von allen Stäubchen befreit war, dann unterbleibt trotz kräftiger Luftverdünnung im Innern des Kolbens jede Nebelbildung. Es muß also, um Nebel zustande kommen zu lassen, Staub in der Luft enthalten sein. Wir müssen uns vorstellen: die Staubkörperchen bilden gleichsam die Kerne, um welche herum das Wasser sich anlagert. Jeder dieser Kerne umgibt sich dann mit einer verdichteten Wasserhülle und das sind dann die Nebelkörperchen. Es sind dies keine Bläschen, sondern wirkliche Wasserkügelchen, und jedes derselben enthält im Innern ein Staubkörperchen.

Nun möchte man zunächst glauben, daraus ginge hervor, daß die Staubmenge in der Luft für das Auftreten von Nebel entscheidend sei und des weiteren für das Zustandekommen des Regens, da die Nebelkörperchen einfach bei weiterem Wachstum durch Wasserverdichtung sich zu Regentropfen vereinigen. Trotzdem ist dies nicht richtig, und der Staub hat keine entscheidende Einwirkung auf das Wetter aus dem Grunde, weil jede Luft, auch die staubärmste, noch genügend Stäubchen zur Nebelbildung enthält. Es gibt in der freien Atmosphäre keine Luftschichten ganz ohne Staub, während man solche Luft allerdings künstlich mittels Filtrieren durch Baumwolle herstellen kann. Es kommt daher überall zur Nebel- und Regenbildung, wo die Luft unter ihren Taupunkt abgekühlt wird.

Für Nebel- und Regenbildung überhaupt ist also der Staubgehalt der Luft nicht von entscheidender Bedeutung, wohl aber besitzt die Natur der Staubkörperchen einen Einfluß auf die Eigenschaften, namentlich auf die Haltbarkeit oder Zähigkeit des Nebels. Es gibt in der Luft außer den mineralischen Splittern auch sehr viele Staubkörperchen, die aus Ruß, der bei der Verbrennung entsteht, bestehen. Bei jeder unvollständigen Verbrennung bilden sich diese Rußstäubchen, die im wesentlichen aus Kohlenstoff bestehen. Die schwebenden Teilchen des Rauches können nun ebenfalls als Kerne für die Bildung von Nebelkörperchen dienen, und da ist es nicht gleichgültig, welche chemischen Bestandteile diese Kerne neben Kohlenstoff und teerigen Stoffen noch enthalten. Solche Rauch-

körperchen, welche auch Schwefelsäure enthalten infolge der Verbrennung von schwefelhaltigen Materialien, geben zur Bildung sehr zäher Nebel Anlaß.

Es hängt das zusammen mit der starken Anziehung der Schwefelsäure zum Wasser. Infolgedessen halten solche Kerne das Wasser fest, es kann nicht so leicht wieder verdunsten, und die kleinen winzigen Wassertröpfchen, welche den Nebel darstellen, bleiben deshalb bestehen und schweben die längste Zeit herum. Daher kommt es, daß wir in unseren heutigen Großstädten immer mehr unter der andauernden Nebelbildung im Winter zu leiden haben, weil wir immer mehr Steinkohlen verbrennen.

Dem gegenüber besitzt der Landnebel, der keine sauren Kerne enthält, einen vergänglichen Charakter; bei der geringsten Temperatursteigerung ist er wieder weg. Die schwefelsäurehaltigen Stadtnebel sind viel andauernder und zugleich wegen ihrer sauren Beschaffenheit für die Atmungsorgane schädlich. Wahrscheinlich bildet sich der Stadtnebel hauptsächlich in der Höhe der Schornsteinmündungen und sinkt dann zufolge seiner Schwere in die Straßen hinab, wo er von den Stadtbewohnern eingeatmet werden muß. In solchen Monaten, in denen fortgesetzt dichte Nebel herrschen, beobachtet man in London eine viel größere Sterblichkeit an Erkrankungen der Atmungsorgane als sonst. Im Februar 1883 beispielsweise starben in London 746 Personen mehr an solchen Krankheiten, als im Februar des Jahres vorher, wo die Nebelbildung nicht so stark gewesen war. Also das sind Übelstände, die mit der Verunreinigung der Stadtluft durch Verbrennungsprodukte eng zusammenhängen.

### Staubförmige Keime von niederen Pilzen.

Nun kommen wir noch zu einer anderen Art von Stäubchen. Im Staube findet man nicht allein mineralische Splitter, Ruß und Trümmerchen von pflanzlichen und tierischen Teilen, sondern auch lebendige Keime. Besonders wichtig sind unter diesen die Keime der sogen. Mikroorganismen, jener kleinsten Lebewesen, die man auch niedere Pilze nennt. Diese Keime sind so klein, daß sie dem unbewaffneten Auge vollkommen unsichtbar sind. Trotzdem sind sie imstande, die auffallendsten Wirkungen hervorzubringen. Sie finden sich im Staube zum Teile isoliert, zum größeren Teile aber an anderen Stäubchen haftend.

Im allgemeinen sind da drei große Gruppen zu unterscheiden. Die einen sind die bekannten Schimmelpilze. Ihre Keime besitzen die Form sehr kleiner Kügelchen und werden durch Windströmungen leicht in der Luft verbreitet. An ruhigen Stellen senken sie sich zu Boden, und können da, wenn die Bedingungen günstig sind, zu wachsen anfangen. Namentlich auf feuchtem Brot, auf Obst und anderen Speiseresten sehen wir die Schimmelpilze sich ansiedeln, wobei in der Regel eine unangenehme Geschmacksveränderung sich einstellt, ohne daß es zur Bildung eigentlicher Giftstoffe käme.

Die zweite Gruppe sind die Hefepilze, von denen besonders Bier- und Weinhefe durch ihre Gärwirkung in Bierwürze und Traubensaft bekannt sind. Am wichtigsten sind schließlich die Angehörigen der dritten Gruppe der niederen Pilze, die sogen. Bakterien oder Fäulnispilze. Diese erregen hauptsächlich die eigentliche Fäulnis z. B. im Fleisch, im Harn u. s. w. Wenn man eine Flüssigkeit, welche an und für sich sehr geneigt zur Fäulnis ist, wie z. B. Fleischbrühe, in einem Glaskolben gründlich auskocht, um alle lebenden Keime zu töten und durch einen Wattepfropfen das spätere Hineinfallen von keimhaltigen Stäubchen verhindert, so hält sie sich für immer unzersetzt (Fig. 6). Die uralte Meinung, daß diese niederen Pilze etwa von selbst in einer zersetzlichen Substanz entstehen könnten, ist längst endgültig widerlegt. Damit Gärung oder Fäulnis irgendwo eintrete, müssen immer zuerst die mikroskopischen Pilze durch die Luft oder auf eine andere Weise in die betreffende Substanz hineinkommen.



Fig. 6. Kolben mit Watteverschluß.

Pasteur hat bereits in den fünfziger Jahren außerordentlich lehrreiche Versuche hierüber angestellt. Er kochte eine fäulnisfähige Flüssigkeit in einer mit einem Schwanenhals versehenen Flasche gründlich aus, um alle darin enthaltenen Keime zu vernichten. Der Dampf konnte durch den gekrümmten Hals (Fig. 7) entweichen, und nach dem Erkalten besaß die Luft ungehinderten Zutritt zum Innern des Kolbens und zu der darin enthaltenen fäulnisfähigen Flüssigkeit. Trotzdem blieb letztere dauernd unverändert und zwar deshalb, weil die in der

Luft schwebenden staubförmigen Keime an den Innenwandungen der gekrümmten Röhre haften blieben, hier zur Ablagerung kamen und nicht bis in die Flüssigkeit hinein gelangten. Das war ein schlagender Beweis gegen die Ansicht, die früher die herrschende gewesen war, wonach der Sauerstoff der Luft die Ursache der Fäulnis- und Zersetzungsvorgänge sein sollte. Man hatte schon gewußt, daß durch Auskochen und luftdichten Abschluß die letzteren verhindert werden können, aber man hatte nicht gewußt, daß auch das bloße Abhalten der Luftstäubchen hierzu genügend sei.



Fig. 7. Pasteurs Kolben.

Ich möchte hier übrigens der übertriebenen Vorstellung entgegentreten, als ob die Luft ganz erfüllt sei mit den Keimen niederer Pilze. Gegenüber den Stäubchen mineralischer Art, von denen wir vorhin sprachen, und von denen man in einem Kubikzentimeter einige Tausend oder selbst bis 200 000 gegefunden hat, ist die Zahl der staubförmigen Keime nur eine geringfügige. Bei jahrelangen Beobachtungen im Park von Montsouris bei Paris hat Miquel in einem Kubikmeter Luft einen Gehalt von durchschnittlich 500 Keimen ermittelt. Im Zentrum von Paris allerdings fanden sich etwas mehr, nämlich 4000 Keime. Aber wohlbemerkt beziehen sich diese Zahlen auf einen Kubikmeter Luft und nicht wie jene für die mineralischen Stäubchen auf einen Kubikzentimeter, sie müßten also, um mit letzteren vergleichbar zu sein, um das millionenfache verkleinert werden.

In geschlossenen Räumen finden sich allerdings unter Umständen etwas mehr Pilzkeime staubförmig in der Luft verteilt; es kommt sehr darauf an, ob in dem Raume hin und her gegangen und dadurch Staub aufgewirbelt, und ferner ob er reinlich gehalten wird. Die Reinlichkeitsfrage tritt uns besonders entgegen, wenn wir unser Augenwerk lenken auf diejenigen niederen Pilze, die man als Krankheitserreger kennt, und die wir größtenteils zur dritten Gruppe, zu den Bakterien, rechnen müssen. Das weiß ja heutzutage jedermann, daß eine Anzahl von Krankheiten durch solche niederen Pilze hervorgebracht wird, außer Lungentuberkulose beispielsweise auch Diphtherie, deren Erreger, der sogen. „Bacillus der Diphtherie“,

von Löffler entdeckt wurde. Und gerade für die ansteckendsten Krankheiten wie Blattern, Scharlach, Masern können wir nicht zweifeln, daß die Ansteckung durch solche staubförmig in der Luft verteilte Keime vermittelt wird.

Da müssen wir uns vor allem fragen, wie kommen diese Stäubchen ursprünglich in die Luft? Diese Krankheitserreger stammen nicht aus dem Walde, nicht aus dem Feld, nicht von außen her, sondern in den allermeisten Fällen stammen diese Krankheitserreger von kranken Menschen her und gehen von einem solchen schließlich auf den Gesunden über. Wie kommen sie nun überhaupt in die Luft.

Da möchte ich nur einen von C. v. Naegeli zuerst aufgestellten Grundsatz aussprechen, der Ihnen sofort einleuchten wird, ohne daß es einer langen Beweisführung bedürfte; dieser Grundsatz besteht darin, daß sich solche staubförmige Keime niemals aus einer ruhenden Flüssigkeit oder überhaupt aus feuchten Gegenden unmittelbar, gleichsam durch Verdunstung, in die Luft erheben können. So wenig als von einer benetzten Straße Staub auffliegen kann, ebensowenig vermag aus Blut oder Eiter eines Kranken oder aus dem Stuhlgang ein Krankheitserreger staubförmig in die Luft sich zu erheben. Dies ist offenbar unmöglich. Sondern es gibt nur zwei Möglichkeiten, damit Krankheitserreger staubförmig in die Luft gelangen.

Die erste Möglichkeit ist die, daß bei einer keimhaltigen Flüssigkeit (Schleim, Eiter) in irgend einer Weise eine Zerstäubung stattfindet. Es können Flüssigkeiten auf künstliche Weise, z. B. durch einen Spray, sehr fein zerstäubt werden, es kann aber schon Zerstäubung und Abschleuderung feinster schwebender Tröpfchen entstehen durch einen bloßen Hustenstoß. Wenn ein Kranker hustet, kann etwas von seinem Auswurf oder von dem Mundschleim zerstäubt werden, und auf diese Weise kann eine gewisse Gefahr für die Umgebung entstehen. Bei Diphtherie kann man sich dieser Gefahr absolut nicht entziehen. Es ist ja möglich, bei gewissen Krankheitszuständen dem Kranken beim Husten ein Tuch vorzuhalten, aber dies bleibt selbstverständlich immer ein Notbehelf für solche Fälle, in denen man an eine besondere Übertragungsgefahr glaubt. Dagegen — um dies nochmals zu betonen — ist die bloße ruhige Ausatmung eines Kranken stets ungefährlich, und sie wäre dies sogar bei einem Pestkranken, einfach deshalb, weil von den feuchten Schleim-

häuten nichts wegfliegen kann, weil immer erst eine Zerstäubung dazu kommen muß.

Das ist der eine Weg, auf dem Keime aus flüssigen und feuchten Substanzen in die Luft übergehen können. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß die keimhaltigen Substanzen austrocknen und dann, wenn sie trocken geworden und zu Staub zerrieben sind, staubförmig in die Luft übergehen. Es sollen daher Leute, die das Unglück haben, lungenkrank zu sein, ihren Auswurf aus Rücksicht auf ihre Nebenmenschen nicht auf den Boden spucken, sondern in eine Spuckschale, um ihn dann vernichten zu können. Und nicht erst, wenn man lungenkrank geworden ist, soll man sich das Spucken auf den Boden abgewöhnen, sondern man soll diesen ekelhaften Gebrauch in geschlossenen Räumen überhaupt nicht aufkommen lassen. Wie man sieht, ist es von praktischem Wert, über diese Dinge klare Vorstellungen zu besitzen. Beispielsweise ergibt sich für Krankenpfleger die außerordentlich wichtige Regel, daß die gebrauchten Gegenstände eines Kranken, der an einer übertragbaren Krankheit leidet, sofort nach dem Ablegen feucht gemacht und nachher ins heiße Wasser getaucht werden müssen. Man soll also, wenn ein solcher Kranker seine Leibwäsche wechselt oder wenn das Bettzeug erneuert wird, immer ein Gefäß mit Wasser bereit haben und sofort diese Wäschestücke untertauchen, denn damit ist die Gefahr einer Weiterverbreitung von Stäubchen sofort abgeschnitten. In demselben Gefäß kann man gleich das Wasser zum Kochen bringen, und dann ist die Wäsche auch desinfiziert. Also dies ist die ebenso einfache als wichtige Regel: man muß verhindern, daß sich trockener Staub bildet, welcher die Krankheitserreger weiter transportieren könnte. Dies gilt besonders für die am meisten ansteckenden Krankheiten, wie Blattern, Masern und Scharlach, auch für Diphtherie. Man denkt gewöhnlich nur an Karbol und andere Desinfektionsmittel, aber an diese Regel, daß man die Staubbildung verhindern muß, denkt man viel weniger.

Am Schluß dieses Abschnittes angelangt, möchte ich schon bei diesem Anlasse auf die Gefahren hinweisen, die in zu dichter Anhäufung von Menschen in den Wohnräumen gelegen sind. Wenn auch die Leute den guten Willen haben, so ist es bei allzu starker Zusammendrängung unmöglich, die nötige Reinlichkeit aufrecht zu erhalten, und demgemäß wächst die Gefahr, daß

von dem einen Menschen auf die anderen Krankheitserreger übertragen werden. Es handelt sich da nicht nur um gefährliche, sondern auch um leichtere Erkrankungen. Z. B. einer leidet an Halsentzündung, es schadet ihm wenig, aber es ist möglich, daß derselbe Erreger bei ihm eine leichte, bei einem Kinde eine viel stärkere Halsentzündung hervorbringt. Die Überfüllung von Wohnungen steht also in innigem Zusammenhang mit der Häufigkeit der Erkrankungen. Es läßt sich die nötige Reinlichkeit nicht aufrecht erhalten. Die Reinlichkeitspflege ist ein Hauptmittel gegen diese Gefahren, aber sie läßt sich unter so ungünstigen Verhältnissen nicht genügend durchführen.

---

## 3. Vortrag.

Sonnenlicht, Tageslicht. Wärme der Atmosphäre. Wärme des menschlichen Körpers. Wärmeregulation. Abhärtung. Erkältung.

### Sonnenlicht, Tageslicht.

Die Sonne ist die Kraft-(Energie-)Quelle alles Lebens auf der Erde, und sie ermöglicht das Leben eben dadurch, daß sie Licht und Wärme spendet. Ohne die Sonne müßten alle lebenden Wesen bald zu Grunde gehen, und es ist darum ein sinnreicher Mythus, wenn die alten Perser die Sonne anbeteten.

Wir wissen vom Lichte, daß es auf den Pflanzenwuchs einen außerordentlichen Einfluß übt, daß die grünen Gewächse nur im Lichte gedeihen können und daß der Aufbau der lebenden Substanz aus Kohlensäure und Wasser dort nur stattfinden kann unter dem Einfluß der Lichtwirkung. Das weiß jeder Landmann; wenn auch nicht klar wissenschaftlich, so hat er doch die Empfindung, daß alles nur gedeihen kann, wenn genügend Licht einwirkt. Freilich, müssen wir hinzufügen, könnte auch elektrisches Licht einen gewissen Ersatz bieten, es braucht nicht gerade Sonnenlicht zu sein.

Da die Tierwelt bezüglich ihrer Ernährung auf die Pflanzenwelt angewiesen ist, und da wir Menschen wiederum unsere Nahrung teils aus dem Pflanzenreich, teils aus dem Tierreich uns verschaffen, steht demnach fest, daß auch wir auf diese Weise von der Lichteinwirkung abhängen. Es frägt sich aber, ob das Licht noch außerdem uns Nutzen bringt?

Da können wir allerdings Verschiedenes anführen. Vor allem ist das Licht für unsere Gesundheit wichtig als reinigendes Element auf der Erdoberfläche. Das Licht zerstört die niederen Pilze, von denen wir im letzten Vortrag gesprochen haben. Luft und Wasser, sowohl Flüsse als Seen, sie alle

würden viel mehr von diesen niederen Lebewesen enthalten, wenn nicht das Licht immer wieder damit aufräumen und diese Lebewesen vernichten würde. Das Licht, welches den grünen Pflanzen allein das Leben ermöglicht, ist also zugleich ein Feind der niederen Pilze oder wenigstens sehr vieler unter ihnen. Darüber hat man*) in den letzten Jahren vollkommen beweisende Versuche angestellt und es ist namentlich sehr wichtig, daß nach den Ergebnissen dieser Versuche gerade die krankheitserregenden Pilze durch das Licht zerstört werden.

Sie sehen hier in einem Glaskolben eingeschlossen einen gefährlichen Feind des Menschen, den „Tuberkel-Bacillus". Die Kulturen dieses Erregers der Lungenschwindsucht sind glücklicherweise besonders empfindlich gegen das Licht, und wenn wir das Glas einige Tage dem Lichte aussetzen, sind die Millionen und Millionen darin enthaltener Bakterien alle getötet. Man muß sogar, wenn man solche Züchtungen ausführen will, sehr vorsichtig gegenüber der Lichteinwirkung sein, die Gefäße fortgesetzt im Dunkeln halten und nur für kurze Zeit zur Besichtigung herausnehmen; denn wenn man zu lange zögert, würden die Tuberkel-Bacillen durch das Licht bereits beschädigt. Durch eine besondere Versuchsanordnung können wir uns sehr schön von der Wirkung des Lichtes überzeugen. Sie sehen hier Buchstaben auf dieser runden Glasplatte (Fig. 8). Das ist in der Weise erzeugt, daß wir auf einer flachen kreisrunden

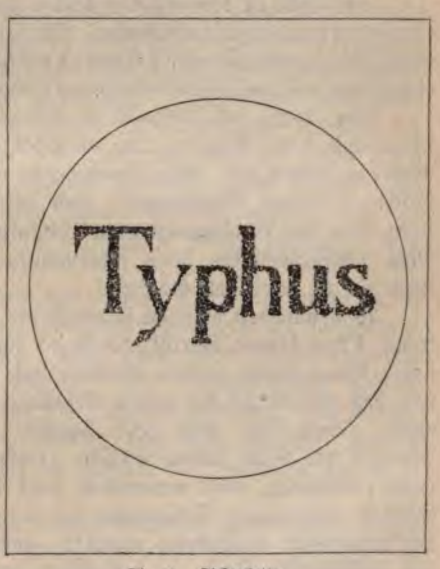


Fig. 8. Lichtplatte.

*) Prof. Buchner selbst.

Glasschale einen gelatinehaltigen, mit zahlreichen Bakterienkeimen besäten Nährboden gleichmäßig zum Erstarren gebracht, dann den Boden der Glasschale mit Buchstaben aus schwarzem Papier beklebt haben und hierauf das Licht von der Rückseite her für ein paar Stunden einwirken ließen. Soweit das Sonnenlicht einwirkt, gehen die Bakterien zu Grunde, und nur an den durch die Buchstaben beschatteten Stellen bleiben sie lebendig und vermehren sich. Wenn man dann die aufgeklebten Buchstaben entfernt und die belichtet gewesene Platte betrachtet, so zeigen sich wieder die nämlichen Buchstaben, die aus lauter einzelnen kleinen Bakterienhaufen bestehen.

Das Licht ist demnach das stärkste und allgemeinste Desinfektionsmittel an der Erdoberfläche. Nur im Dunkeln können die niederen Pilze gedeihen und sich dauernd aufhalten. Darin besteht also eine große und wichtige Wirkung des Lichtes für unsere Gesundheit.

Das Licht soll deshalb in unsere Wohnungen eintreten, schon aus dem Grunde, um eventuell vorhandene Krankheitskeime zu vernichten. Wir können gar nicht genug Licht hereinlassen in unsere Wohnungen, auch deshalb, um die Ansammlung und das Vorkommen von Unreinlichkeit auf das niedrigste Maß herabzudrücken; denn jedermann, der Unreinlichkeit sieht, wird sie zu beseitigen trachten.

Was nun den direkten Einfluß des Lichtes auf den menschlichen Organismus betrifft, so ist es klar, daß das Licht durch unser Auge einen großen Einfluß hat auf unser Gemütsleben und daß es dadurch für unsere Gesundheit außerordentlich wichtig wird. Das sieht man sehr deutlich an Menschen, die bei Mangel an Licht leben müssen. Gefangene werden dadurch ganz trübsinnig, aber namentlich zeigt sich das auch durch den Einfluß der langen Polarnacht auf das Seelenleben. Wie die Polarreisenden einstimmig erzählen, äußert die ununterbrochene fast halbjährige Nacht in der Nähe der Pole auf die meisten Menschen starke ungünstige Wirkungen; entweder werden sie schläfrig oder aufgeregt und es ist sehr schwer diesen seelischen Einflüssen zu widerstehen. Es bilden sich außerdem häufig auch Zustände von Blutleere, obwohl es kräftige, gesunde Männer sind, die man zu Polarreisen auswählt. Da muß man sich doch fragen, ob das alles nur auf Gemütseinfluß beruht oder ob nicht vielleicht das Licht auch eine direkte Wirkung auf den Gesamtkörper besitzt durch Vermittlung der Haut?

In dieser Beziehung können wir allerdings einiges anführen. Das Licht hat in der Tat einen Einfluß auf die Haut, und wenn diese Wirkung zu stark wird, so entsteht im Sommer das, was wir „Sonnenstich“, richtiger „Sonnenbrand“ nennen. Tragen wir bei starkem Sonnenschein unsern Hals entblößt, streifen wir unsere Ärmel hinauf, so bekommen wir sehr bald eine Hautentzündung, die Haut rötet sich, wird schmerzhaft, schwillt etwas an; das ist der Sonnenbrand. Die Ursache dieser Erscheinung beruht nicht, wie man gern annimmt, etwa auf Hitze allein, sondern hauptsächlich auf Lichtwirkung, denn man kann die Sonnenstrahlen und ebenso die Strahlen des elektrischen Bogenlichtes künstlich von allen Wärmestrahlen befreien, indem man sie durch Wasserschichten oder andere geeignete Medien hindurchtreten läßt, welche die Wärmestrahlen aufsaugen und nur die eigentlichen Lichtstrahlen durchlassen und mit ihnen dann noch immer die entzündliche Reizung der Haut hervorrufen. Also das Licht übt auf die Haut einen reizenden Einfluß aus, und das Übermaß dieses Reizes führt zu einer Entzündung; aber damit ist nicht gesagt, daß der nämliche Reiz, wenn er in geringerem Maße einwirkt, schon nachteilig sein müsse.

Ich möchte da über das Wort Reiz ein paar Worte sagen. Im gewöhnlichen Leben versteht man unter Reiz etwas Unangenehmes, Schädliches. Man denkt dabei an ein reizbares Temperament, reizbare Nerven, aber wissenschaftlich versteht man unter Reiz an und für sich nichts Schädliches. Im Gegenteil gibt es sogar Reize, welche gar nicht entbehrt werden können zum Leben, und die ich deshalb als normale Lebensreize bezeichnen möchte.

Die Wärme ist ein solcher normaler Lebensreiz. Ohne eine gewisse Menge von Wärme kann das Leben gar nicht bestehen. Oder, um ein anderes Beispiel anzuführen, die Würzmittel in unseren Speisen sind solche Reize, die wir nicht wohl entbehren können. Eine absolut geschmacklose Speise kann niemand auf die Dauer essen, und sie würde ihm auch nicht bekommen. Unter einem normalen Lebensreiz verstehen wir also einen solchen, der auf die Dauer nicht ohne Nachteil entbehrt werden kann. Wir werden auf diesen Begriff noch wiederholt zu sprechen kommen.

Das Licht nun, glaube ich, müssen wir auch zu den nor-

malen Lebensreizen rechnen, wenn es nicht im Übermaße wirkt. Die erwähnten Erfahrungen über den Einfluß fortgesetzten Lichtmangels machen einen direkten nützlichen Einfluß des Lichtes sehr wahrscheinlich, und wir können geradezu sagen, es spricht auch der Umstand, daß die Europäer eine helle, für Licht durchgängige Haut haben, dafür, daß das Licht für den Organismus einen gewissen Wert besitzen muß. Denn andernfalls hätten sich solche hellfarbige Menschenrassen überhaupt nicht gebildet, und es bestände nicht die Tatsache, daß im lichtarmen Norden im allgemeinen die hellfarbigsten Menschen vorkommen. Die Natur verfährt in allen ihren Einrichtungen, wie wir uns immer mehr überzeugen, höchst zweckmäßig, und es muß also einen Grund haben, daß die Hautfarbe der Lichtmenge des Klimas im ganzen angepaßt ist. Wir wissen ja, je weiter wir nach dem sonnigen Süden gehen, um so dunkelfarbiger werden im großen und ganzen die Menschen.

Wir selbst besitzen übrigens die Fähigkeit, wenn wir uns dem Sonnenlichte längere Zeit aussetzen, farbig zu werden, wir bräunen uns im Sommer. Wenigstens die meisten haben diese zweckmäßige Schutzeinrichtung, um das Übermaß von Licht abzuhalten. Unsere Haut reguliert also für ein gewisses Maß an Licht. Wenn das Licht gleichgültig oder überflüssig wäre, dann bestände sicherlich keine derartige Regulationseinrichtung. Ich glaube also, die Erfahrung und diese letztere Tatsache beweisen, daß das Licht auch für die Haut ein normaler Lebensreiz ist, und daß wir demnach sagen können: Das Licht ist höchst wertvoll und wichtig für unsere Gesundheit.

Wir müssen also das Licht in unsere Wohnungen hereinlassen, soviel wir können; wir brauchen es nicht nur zum Sehen, wir brauchen es nicht nur deshalb im Schulzimmer, weil unsere Kinder sonst kurzsichtig werden. Daß sie das bei ungenügender Beleuchtung werden, zeigt leider die Erfahrung.

Die Kurzsichtigkeit hat, wie wir wissen, im Laufe der Neuzeit namentlich in den Städten immer mehr zugenommen, aber jetzt ist hoffentlich der äußerste Punkt der Verschlimmerung erreicht, seitdem man sich immer mehr Mühe gibt, die Lichtzufuhr in den Schulzimmern zu verbessern. Allerdings kann man nicht behaupten, daß die Kurzsichtigkeit ausschließlich von ungenügender Beleuchtung herkommt. Es gibt manche Menschen, die trotz starker Anstrengung ihre Augen schon in der Jugend,

trotz vielem Lesen bei schlechter Beleuchtung doch nicht kurzsichtig werden. Aber wer nicht von Hause aus besonders kräftig beanlagte Augen besitzt, wird unter diesen ungünstigen Bedingungen ganz sicher kurzsichtig; wenn man dagegen die Lichtmengen vergrößert, wird vielen die Kurzsichtigkeit erspart werden.

## Wärme der Atmosphäre.

Die Wärme wirkt vor allem dadurch, daß sie in der Atmosphäre Bewegung verursacht. Die Windströmungen haben alle ihren letzten Grund in den Ungleichheiten der Erwärmung. Das beruht darauf, daß sich die Luft durch Wärme ausdehnt, folglich leichter wird. Denken wir uns auf der Erdoberfläche zwei benachbarte Luftsäulen (Fig. 9), von denen die eine (a) kälter sei, die andere (b) wärmer. Die wärmere dehnt sich aus, wird leichter, infolgedessen wird die kältere Luftmasse a, die schwerer ist, niedersinken und die leichtere Luftmasse b wird aufsteigen; es wird sich also eine ähnliche Bewegung geltend machen wie bei einer Wage, bei der auch die beschwerte Schale hinuntersinkt und die leichte hinaufgedrückt wird. Ebenso drückt hier die schwerere Luftschicht die andere in die Höhe. Wenn z. B. bei b die Sonne scheint, während bei a Wolken die Erde beschatten, so muß sich sofort eine solche Luftströmung bilden. In solchen Wärmeunterschieden der Luft haben wir im letzten Grunde die Ursache aller Windströmungen auf Erden.

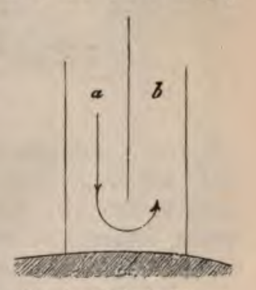


Fig. 9. Ungleiche Wärme.

Unter Umständen zeigen sich diese Vorgänge sogar in einer außerordentlich regelmäßigen Weise. Namentlich bei Inseln inmitten des Ozeans gibt es periodische, von der Tageszeit abhängige Windströmungen. Nehmen wir an, Fig. 10 stelle eine Insel vor inmitten des Meeres. Wenn untertags die Sonne auf die Insel scheint, erwärmt sich die Erdoberfläche der Insel stärker als die Oberfläche des Meeres und infolgedessen auch die über der Insel befindliche Luft stärker als jene über der Wasserfläche; infolgedessen steigt die Luft über der Insel in die Höhe, und es muß vom Meere her die Luft seitlich zufließen; jetzt haben wir die sogenannte Seebrise, die bis Sonnen-

untergang andauert. Sowie die Sonne untergegangen ist, kehrt sich die Sache um. Jetzt kühlt sich die Luft über der Insel stärker ab infolge erhöhter Wärmeausstrahlung des Festlandes. Die infolgedessen schwerer werdende Luft sinkt jetzt hernieder und fließt nun hinaus gegen das Meer zu. Jetzt weht, wie man sagt, der Landwind, der Wind kommt vom Lande her. Diese Erscheinung zeigt sich häufig an Küsten und das ist ein Grund, warum auch die Nachtluft in vielen tropischen Küstengebieten besonders schädlich ist. Oft herrscht dort am Lande Malaria, die mit den Malariakeimen infizierten Stechmücken



Fig. 10. Insel.

schwärmen nächtlicherweile und können dann von der Nachtluft von der Küste eine Strecke weit aufs Meer hinausgeweht werden und hier die Leute auf den Schiffen stechen und anstecken, während die Meeresluft untertags selbstverständlich keine Malaria mit sich bringt.

Ich habe das alles angeführt, um daran die Besprechung anderer Verhältnisse anzuknüpfen, die uns viel näher angehen. In unseren Häusern verhält es sich nämlich mit den Luftströmungen ganz ähnlich. Da steigt die Luft auf, wenn im Innern des Hauses eine größere Wärme herrscht als außerhalb. Im Winter haben wir in den Häusern, soweit dieselben geheizt werden, aufsteigende Luftströmungen; umgekehrt kann es unter Umständen im Sommer sein, wenn die Außentemperatur rasch ansteigt; dann sind die Häuser im Innern kälter als die äußere Luft, und demgemäß wird die Luft im Hause niedersinken und außen in die Höhe steigen.

Daß tatsächlich im Hausinnern durch die Stockwerke, durch die Böden und Decken hindurch Luftströmungen stattfinden, konnte man früher häufig an den Weißdecken wahrnehmen. Bei einer solchen weißgestrichenen Decke zeigten sich abwechselnd dunkle und helle Streifen, entsprechend den Balkenlagen der Zwischenböden. *Die Stellen*, welche den Balken entsprachen, blieben hell, die

Zwischenräume wurden dunkel durch Ablagerung der in der durchtretenden Luft enthaltenen Staub- und Rußteilchen. Diese einfache Beobachtung beweist genügend die Luftdurchgängigkeit von Böden und Decken.

Sehr anschaulich lassen sich die Verhältnisse der Luftbewegungen durch einen einfachen Versuch zeigen (Fig. 11). Eine genügend weite Glasröhre, in einem Halter senkrecht befestigt, möge uns einen Hauskamin versinnlichen. Erwärmen wir die Glasröhre vor dem Versuch und bringen dann eine rauchende Lunte an die untere Öffnung, so wirkt die Glasröhre ganz vortrefflich als Saugkamin, und der Rauch zieht sofort in Massen aus der oberen Öffnung ab (Fig. 11 b). Es handelt sich aber hier um keine eigentliche Saugwirkung, sondern das Ganze ist die Folge der Tatsache, daß sich die Luft bei der Erwärmung ausdehnt. Wird die Luft in der Röhre wärmer, so dehnt sie sich aus; sie hat jetzt in der Röhre nicht mehr Platz genug; ein Teil der Luft strömt aus der Röhre heraus, die Masse der im Raume der Röhre zurückbleibenden Luft ist kleiner geworden, sie ist spezifisch leichter geworden, wie man sagt und deshalb drückt die kältere, spezifisch schwerere Außenluft von unten in die Röhre herein und treibt die leichtere Luft oben hinaus. Wollen wir den gegenteiligen Versuch machen, so muß die Röhre vorher, z. B. durch Einlegen in einen Eisschrank, abgekühlt werden. Bringen wir nun wieder die rauchende Lunte an die untere Öffnung, so ist es ganz unmöglich,

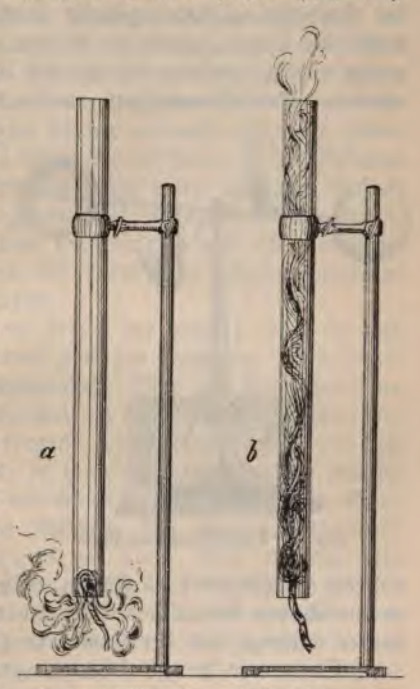


Fig. 11. 2 Glasröhren mit Rauchbewegung.

den Rauch hindurchzuleiten (Fig. 11 a). Unser Kamin will absolut nicht ziehen.

Sie sehen, das ist dieselbe Erscheinung, die namentlich im Frühjahr so unangenehm entgegentritt, wenn man in der Küche an einem sonnigen Tage Feuer anzünden will. Da kommt es oft vor, daß der Kamin nicht zieht und aller Rauch unten bei der Herdöffnung herausgepreßt wird. Man sagt dann, das mache die Sonne, die in den Kamin scheint. Das ist aber nicht genau richtig, sondern die Ursache liegt in den kalten Kaminwänden. Der Sonnenschein erwärmt die Luft an der Außenseite des Hauses stärker, als im Innern, sie dehnt sich stärker aus, wird spezifisch leichter und infolge dessen strömt die kältere schwerere Luft unten aus dem Hause und aus dem Kamine heraus. Wir haben also den entgegengesetzten Kreislauf im Hause zu demjenigen, den wir gewöhnlich im Winter haben. Und deshalb bringen wir auch kein Feuer zustande und ärgern uns vielleicht darüber. Erst wenn der Kaminfeger kommt und ein Strohbündel im Kamin rasch in Flammen setzt, gelingt es endlich den Kamin soweit zu erwärmen, daß die Luft in ihm wieder aufsteigt und der Kamin zu ziehen beginnt.

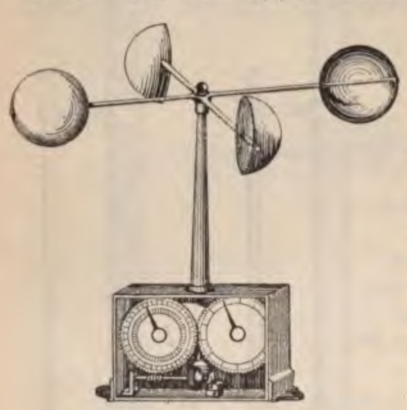


Fig. 12. Schalenkreuzanemometer.

Wenn wir von Luftbewegungen reden, wollen wir vor allem auch wissen, wie sich die Geschwindigkeit dieser Bewegungen messen läßt? Es geschieht dies mit dem sogen. **Anemometer** oder Windmesser, und zwar gewöhnlich mit dem **Schalenkreuzanemometer** (Fig. 12). An einem horizontal drehbaren Kreuz sind vier Halbkugelschalen angebracht, in deren Öffnungen sich der Wind fängt. Der Wind mag kommen von welcher Seite er will, er muß immer auf die hohle Seite einer Schale treffen, dadurch eine Drehung verursachen, und die Zahl der Drehungen läßt sich dann an einem am Instrument angebrachten Uhrwerk ablesen. Solche Instrumente sind bei jeder meteorologischen

Station aufgestellt. Außerdem gibt es aber viel kleinere ähnliche Instrumente, um schwache Luftströme zu messen, von denen später noch die Rede sein wird.

Im Freien kommt es manchmal vor, daß wir gar nichts von Luftbewegung spüren. Wir geben uns aber einer Täuschung hin, wenn wir glauben, weil nichts von Windbewegung zu spüren ist, so sei die Luft in absoluter Ruhe. Die Luft im Freien ist nie vollständig ruhig, sie hat immer eine gewisse Bewegung, aber unsere Nerven sind glücklicherweise nicht so empfindlich, daß wir jede kleinste Luftbewegung schon wahrnehmen; wir nehmen die Luft als bewegten Körper vielmehr erst wahr, wenn die Luftgeschwindigkeit etwa einen halben Meter in der Sekunde beträgt. Man kann sich hiervon durch einen einfachen Versuch überzeugen; wenn wir die Hand langsam durch die Luft führen, spüren wir nichts von einem Widerstand, und erst wenn wir etwa einen halben Meter in der Sekunde zurücklegen, bemerken wir etwas vom Luftwiderstand.

Darin, daß die Luft im Freien nie absolut ruhig ist, daß sie immer in einer wenn auch geringen Bewegung sich befindet, liegt hauptsächlich der gesundheitliche Wert des Aufenthalts im Freien gegenüber dem Aufenthalt in geschlossenen Räumen begründet. Wenn wir nun fragen, wieviel Luft strömt auf den Menschen im Freien heran, so kann man sich eine Vorstellung davon bilden, indem man den Körper eines erwachsenen Menschen in einen rechteckigen Rahmen sich hineingestellt denkt, ungefähr 170 cm hoch und 60 cm breit. Wir erhalten also einen Quadratmeter Oberfläche, welche der menschliche Körper der Luftbewegung darbietet. Daraus würde sich berechnen, daß auch bei ruhiger Luft im Freien, wenn die Geschwindigkeit nach dem vorhin Gesagten nur etwa einen halben Meter per Sekunde beträgt, immer noch $^1/_2$ cbm Luft in der Sekunde, in der Stunde also 1800 cbm Luft über den Körper wegströmen. Wenn wir dagegen eine mittlere Luftgeschwindigkeit von 3 m per Sekunde haben, so würden bereits 3 cbm in der Sekunde, 10 800 cbm Luft in der Stunde auf uns heranströmen.

## Windtabelle nach Beaufort.

| Beaufort Grade | Bezeichnung | Geschwindigkeit m pr. Sek. | Wirkung des Windes |
|---|---|---|---|
| 0 | Windstille | 1,5 | der Rauch steigt gerade empor, kein |
| 1 | " | 3,5 | Blättchen bewegt sich. |
| 2 | Schwach | 6,0 | für das Gefühl bemerkbar, bewegt einen |
| 3 | " | 8,0 | Wimpel oder leichte Blätter. |
| 4 | Mäßig | 10,0 | streckt einen Wimpel, bewegt die Blätter |
| 5 | " | 12,5 | und kleineren Zweige der Bäume. |
| 6 | Frisch | 15,0 | bewegt größere Zweige der Bäume. |
| 7 | " | 18,0 | |
| 8 | Stark | 21,5 | bewegt die ganzen Äste und die schwächeren |
| 9 | " | 25,0 | Stämme, hemmt das Gehen im Freien. |
| 10 | Sturm | 29,0 | rüttelt ganze Bäume, bricht Äste und |
| 11 | " | 33,5 | mäßige Stämme, entwurzelt kleine Bäume. |
| 12 | Orkan | 40,0 | deckt Häuser ab, wirft Schornsteine um, bricht und entwurzelt Bäume. |

Eine Luftgeschwindigkeit von 3 m per Sekunde ist, wie aus vorstehender Tabelle hervorgeht, noch eine sehr mäßige. Und doch sind die Luftmengen, die dabei an unsere Körperoberfläche herangeführt werden, schon recht bedeutende. Es versteht sich, daß diese Luftbewegung, wenn auch in sehr abgeschwächtem Maße, durch unsere Kleidung hindurch und auf die Hautoberfläche einwirken muß. Es entsteht dadurch und zwar namentlich durch die Wärmeentziehung, welche mit dem stärkeren Luftwechsel verknüpft zu sein pflegt, ein Reiz auf unsere Haut, und zwar ein wohltätiger, gesundheitfördernder Reiz, ganz in dem Sinne, wie wir es vorhin besprochen haben.

Daß der ständige Aufenthalt in freier Luft der Gesundheit zuträglich ist, sehen wir ja bei allen den Menschen, die berufsmäßig sich im Freien aufhalten, bei Landleuten, Seeleuten, Gärtnern, Förstern u. s. w., die soviel auch bei Wind im Freien zu sein gezwungen sind. Und der Grund dieser günstigen Wirkung liegt hauptsächlich in der Bewegung der Luft, wodurch dieselbe für unsere Hautoberfläche zu einem wohltätigen Reizmittel wird. Bei diesem Anlaß möchte ich auch auf das Radfahren hinweisen, das, soferne es in vernünftigen Grenzen betrieben wird, so gesundheitsfördernd wirkt, daß man demselben vom hygienischen Standpunkte aus die weiteste Verbreitung

wünschen muß. Die bloße Muskelübung wäre nicht halb so wertvoll, als der ausgibige Genuß der frischen freien Luft, die bei der raschen Bewegung des Radfahrers mit der ganzen Körperoberfläche in innige Berührung tritt. Ich komme hier nochmals zurück auf den Begriff der normalen Lebensreize und möchte nur bemerken, daß auch die frische bewegte Luft zu diesen gerechnet werden muß.

## Wärme des menschlichen Körpers.

Die Wärme der Atmosphäre besitzt einen großen Einfluß auf den Wärmehaushalt unseres Körpers, aber merkwürdigerweise kann der menschliche Körper außerordentlich extremen Verhältnissen sich anpassen. Wenn in Centralafrika in der Nähe des Äquators im Schatten Temperaturen von 50—60° C. vorkommen, ohne daß solche Gegenden unbewohnbar wären, wenn in Ostsibirien Menschen dauernd ihren Wohnsitz haben an Orten, wo die Winterkälte bis zu 63° C. unter Null sinkt, so ist dies nicht nur durch die verschieden dichte Bekleidung ermöglicht, sondern es kommt noch etwas Wesentliches dazu, eine sehr wichtige Einrichtung des menschlichen Körpers, welche man als die Fähigkeit der **Wärmeregulation** bezeichnet.

Worauf beruht überhaupt die Wärmeproduktion und die Wärmebildung in unserem Körper? Wir haben schon früher gesehen, daß dies auf der Verbrennung von Nahrungsstoffen beruht, die wir in diesem Sinne auch als Heizstoffe bezeichnen könnten, denn es ist im Wesen das nämliche, was da vor sich geht, wie bei einer Heizung. Die drei Hauptvertreter dieser Heiz- oder Nahrungstoffe sind 1) das **Eiweiß**, 2) die sogen. **Kohlehydrate**, als deren Hauptvertreter wir das **Stärkemehl** ansehen können, 3) die **Fette**.

Eiweiß genießen wir fast nie für sich allein; höchstens im Weißen der Hühnereier haben wir ein ziemlich reines Eiweiß. Im übrigen genießen wir Eiweiß fast immer mit anderen Nahrungsstoffen vermengt, so im Fleisch mit Fett, im Brot mit Stärkemehl, in der Milch mit Fett und Milchzucker u. s. w., und ähnlich ist es auch mit den übrigen Nahrungsstoffen, die wir auch selten in reinem, ungemischtem Zustand aufnehmen. In bezug auf die Wärmeerzeugung in unserem Körper sind nun aber die verschiedenen Nahrungsstoffe von ungleichem Wert, indem das Fett wesentlich **mehr** Wärme liefert, als ein gleiches

Gewicht Eiweiß oder Stärkemehl. Durch genaue Versuche hat man festgestellt, daß 44,1 g Fett in unserem Körper ebensoviel wärme erzeugen als 100 g Eiweiß oder 100 g Stärkemehl.

Man könnte fragen, wie es denn überhaupt möglich sei, die Wärmemenge zu messen, während das Thermometer doch nur die Höhe der erreichten Temperatur anzeigt? Diese Messung ist, im Prinzip wenigstens, sehr einfach. Ich habe hier einen Liter Wasser und hier ein Thermometer, das mir die Temperatur des Wassers anzeigt; jetzt steht es auf 18° C. Wenn ich nun diesen Liter Wasser durch eine Gasflamme solange erwärme, bis das Thermometer im Wasser um einen Grad gestiegen ist, so muß eine gewisse Menge Wärme in das Wasser hineingegangen sein, und diese Wärmemenge nennt man eine Wärmeeinheit oder Kalorie. Wärmeeinheit ist also jene Menge von Wärme, welche genügt, einen Liter Wasser um einen Grad zu erwärmen. Darin haben wir ein ganz genaues Maß für die Wärme. Wenn ich von Wärmemengen spreche, die zugeführt oder abgegeben werden, so könnte dies die Vorstellung erwecken, als ob die Wärme ein Stoff wäre, wie Sauerstoff oder eine andere wägbare Substanz. Dies wäre irrig. Die Wärme ist kein wägbarer Stoff, sondern Ätherbewegung, aber für praktische Zwecke erleichtert es die Betrachtung, wenn wir von der Wärme wie von einem Stoffe sprechen, der wie ein solcher dem Wasser zugeführt wird und sich darin verteilt.

Hier haben wir einige Zahlen über die Wärmemengen, welche der menschliche Körper im Tage liefert.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ein Säugling produziert | in 24 Stunden | 370 | Wärmeeinheiten |
| ein $2^1/_2$jähriges Kind | " " " | 1000 | " |
| ein Erwachsener, ruhend | " " " | 2300 | " |
| ein Erwachsener, arbeitend | " " " | 2800 | " |

Bei körperlicher Arbeit wird mehr Wärme gebildet als in der Ruhe, bei schwerer Arbeit bis zu 3000 und 4000 Wärmeeinheiten; im Alter dagegen sinkt die Wärmeproduktion etwa auf 2200 Wärmeeinheiten. Danach kann man sich ungefähr einen Begriff bilden über die Menge von Nahrungsstoffen, die der Mensch im Tage aufnehmen muß; denn alle diese Wärme entsteht im Körper nur durch Verbrennung der aufgenommenen Heizstoffe.

Die Wärmemenge, welche der Körper produziert, wird *also größer* bei Arbeit, bei Muskeltätigkeit. Wenn wir eine

Tour auf dem Rade unternehmen, müssen wir viel mehr Wärme produzieren. Aber die Wärmemenge, welche wir produzieren, wird auch größer, und das ist sehr wichtig, wenn die Außentemperatur sinkt. Dann tritt nämlich die Wärmeregulation ein, d. h. jener Vorgang, durch den der menschliche Körper selbsttätig die herabsinkende Außentemperatur auszugleichen vermag, indem er mehr Wärme bildet als vorher. Und umgekehrt, wenn die Außentemperatur steigt, so vermindert unser Körper entsprechend seine Wärmebildung. Er vermag also je nach Bedarf mehr oder weniger von den Stoffen, welche er aufgenommen hat, zu verbrennen und dadurch die Wärmebildung den jeweils vorhandenen Temperaturbedingungen anzupassen. Das ist es, was man als chemische Wärmeregulation des Körpers bezeichnet.

Es verhält sich also der menschliche Organismus nicht wie ein Ofen, der immerfort gleichmäßig geheizt wird; da würde es bald zu heiß, bald zu kalt sein. Sondern er verhält sich wie ein Ofen, der von einem äußerst intelligenten und aufmerksamen Heizer versorgt wird, der immer genau aufpaßt. Sowie die Außentemperatur ansteigt, heizt er weniger, fällt sie dagegen, so heizt er stärker. Noch ähnlicher verhält sich eine moderne Niederdruckdampfheizung, bei welcher die Intensität des Feuers automatisch nachläßt, sowie weniger Wärme von ihren Heizkörpern abgegeben wird.

Nun verhalten sich allerdings nicht alle Menschen in dieser Beziehung vollkommen gleich. Die einen haben einen besseren, die anderen einen weniger vorsichtigen, weniger gewandten, weniger energischen Heizer. Ich will ein paar Beispiele anführen. Die Südländer, die Italiener, überhaupt die Nationen um das mittelländische Meer herum, scheinen gegen Kälte gar nicht sehr empfindlich zu sein. In Italien müssen wir Deutsche im Winter sehr frieren, weil man dort keine Öfen hat, obwohl es im Winter dort oft sehr kalt wird. Aber die Südländer können die kalten Wohnräume gut vertragen, während wir Deutsche, wenn wir im Winter in Italien sind, Katarrh, Frösteln, Rheumatismus und alles mögliche bekommen. Die Italiener scheinen einen sehr energischen Heizer zu haben, der gleich nachheizt, wenn es notwendig ist, denn sonst würden sie unmöglich dieser unangenehmen Kälteeinwirkung Widerstand leisten können.

Auch bei uns gibt es eine Menge Leute, die das können.

Junge Leute, unsere Soldaten, die Matrosen, die Gebirgsleute, überhaupt abgehärtete Personen haben einen guten Heizer, der sehr genau aufpaßt und sofort die vorkommenden Schwankungen auszugleichen vermag. Es ist also ein Irrtum, zu glauben, daß Abhärtung nur überhaupt in Unempfindlichkeit gegen Temperaturveränderungen besteht. Abhärtung ist nicht Unempfindlichkeit, sondern es ist die Fähigkeit rascher Anpassung an vorkommende Wärmeschwankungen.

Was geschieht aber, wenn die Wärmeregulation durch Mehr- oder Minderverbrennung im Körper nicht mehr ausreicht? Da weiß sich die Natur nochmals zu helfen. Der Körper besitzt auch eine sogenannte physikalische Wärmeregulation; er kann auch die Wärmeabgabe verändern. Wenn zu viel Hitze einwirkt, tritt bekanntlich Schweißbildung ein, und dadurch vermag dann der Körper mehr Wasser zu verdunsten und sich abzukühlen; das ist also auch eine Art der Regulation. Bei übermäßiger Kälte hilft sich der Körper ferner dadurch, daß die Haut blaß und blutleer wird, wodurch die Wärmeabgabe von der Haut vermindert wird. Schließlich kommt es zum Zittern. Dieses Zittern ist eine unwillkürliche Muskelbewegung, welche die Wirkung hat, mehr Wärme zu erzeugen. Dies ist aber schon ein Notbehelf.

Übermäßige Wärmeentziehung wirkt sehr schädlich. Wie wir wissen, kommt es aber nicht gerade immer auf die Größe des Verlustes der Wärme an; auch kleine Wärmeverluste können zur Erkältung führen. Wie wird überhaupt die Wärme aus dem Körper abgegeben? Es gibt hauptsächlich drei Wege, auf denen die Wärme unseren Körper verläßt. Der erste Weg ist die Leitung der Wärme, also die Abgabe an kühlere Luft, die an uns vorbeiströmt. Wenn wir uns im Freien bewegen und es strömt kalte Luft an uns heran, so geben wir Wärme ab. Wir erkälten uns in diesem Falle nicht so leicht, weil wir den Reiz, den die kühle Luft ausübt, spüren und sofort durch stärkere Muskelbewegung den Verlust auszugleichen suchen. Der zweite Weg der Wärmeabgabe ist der durch Strahlung. Die Wärmestrahlung ist eine bekannte Erscheinung. An jeder Petroleumlampe kann man das deutlich wahrnehmen. So strahlt auch unser Körper Wärme aus, und zwar umsomehr, je kälter die Gegenstände sind, denen er sich gegenüber befindet. Deshalb empfinden wir den Aufenthalt in einem nicht durchgeheizten

Zimmer im Winter so unangenehm, weil wir gegen die kalten Wände so viel Wärme ausstrahlen; wenn der Ofen in einem solchen Zimmer rasch angeheizt wird, so kann ein Thermometer in Mitte des Zimmers schon eine ziemlich hohe Temperatur zeigen, und doch ist es uns noch ganz unbehaglich. Wir spüren Zug, sagen wir; das ist aber kein wirklicher Zug, die Luft ist nicht in fühlbarer Bewegung; sondern es handelt sich nur um vermehrte Wärmestrahlung gegen die kalte Wandfläche.

Letzteres spüren wir auch bei feuchten Mauern, weil die feuchten Mauern die Wärme rascher nach außen leiten, also kälter sind als trockene Mauern; infolgedessen sind feuchte Mauern gesundheitsschädlich. Wenn Betten an solchen feuchten Mauern stehen, ist man in Gefahr Gelenkrheumatismus, Nierenkrankheiten u. s. w. zu bekommen. Das einfachste Mittel dagegen besteht darin, daß man einen dicken Teppich oder eine Bretterverschalung zwischen Bett und Wand anbringt, weil der Teppich und das Holz schlechtere Wärmeleiter sind als Mauerwerk.

Ein gewisses Maß von Wärmeausstrahlung ist für unser Wohlbefinden erforderlich. Tritt die Unmöglichkeit ein, Wärme auszustrahlen, z. B. in dichtbesetzten Versammlungsräumen, so kann das sehr lästig werden. Wir wollen Wärme anbringen, aber neben uns sind andere Personen, die ebensoviel Wärme ausstrahlen, infolgedessen bekommen wir durch Einstrahlung ebensoviel Wärme als wir durch Ausstrahlung abgeben, und es kann uns unter Umständen zu heiß werden. Betreten wir nun einen Vorraum, in dem vielleicht die gleich hohe Lufttemperatur herrscht, aber nur wenige Personen verweilen, so wird uns sofort leichter.

Der dritte Weg, auf dem wir Wärme von unserem Körper abgeben können, ist der durch Verdunstung, die größtenteils von unserer Hautoberfläche stattfindet. In gesteigertem Maße wird diese eintreten, wenn Schweißbildung erfolgt ist. Da kommt es leicht nachher zur Erkältung, weil dann leicht zu viel Wärme entzogen wird.

Eine Erkältung tritt gewöhnlich übrigens nur ein bei solchen Menschen, welche dafür empfänglich sind. Es gibt Menschen, die sich nicht leicht oder gar nicht erkälten, auch wenn sie sich einmal großer Kälte aussetzen; andere dagegen, die eine gewisse Anlage dazu haben, erkälten sich ungemein leicht und zwar immer in denselben Organen. Der eine leidet

immer an Nasenkatarrh, der andere an Bronchialkatarrh u. s. w. Es braucht dazu gar keine große Wärmeentziehung. Die tägliche Gesamtwärmeproduktion des Körpers ist, wie wir sahen, ja ziemlich bedeutend, und beträgt etwa 3000 Wärmeeinheiten. Man sollte denken, da könne es nun wenig verschlagen, wenn wir unserem Körper auch einmal zufällig 100 Wärmeeinheiten mehr entziehen, und doch können wir uns bei einer kleinen Zugluft manchmal schon erkälten. Offenbar handelt es sich demnach nicht um die Größe der Wärmeentziehung überhaupt, sondern um Störungen im physikalischen Wärmeregulationsapparate des Körpers, so daß die erforderliche Reaktion auf den Reiz nicht oder nicht in genügendem Maße eintritt.

Das Gegenmittel gegen eine bereits erfolgte Erkältung besteht bekanntlich darin, daß man sogleich, wenn man sich erkältet hat, Schweiß erzeugt, sich feuchte warme Umschläge macht und heißen Tee trinkt. Das eigentliche Gegenmittel gegen Erkältung beruht aber darin, daß der Körper abgehärtet sein soll. Abhärtung besteht eben, wie gesagt, darin, daß der Körper imstande ist, zu große Wärmeverluste zu verhindern oder eingetretene Wärmeverluste sofort durch eine Mehrbildung von Wärme oder Mehrzufuhr von Wärme zur abgekühlten Stelle auszugleichen, so daß die Haut und ihre Nerven in ihrem normalen Zustande beharren. Abhärtung ist nicht bloß, wie man gewöhnlich meint, eine Angewöhnung an unangenehme Temperaturempfindungen. Die Abhärtung besteht im wesentlichen darin, daß durch Übung die Vorrichtungen des Körpers zur Wärmeregulation in raschere und angemessenere Tätigkeit treten.

Es wird sich übrigens im folgenden Vortrag Gelegenheit finden, auf die wichtige Erkältungsfrage nochmals zurückzukommen.

---

## 4. Vortrag.

Hautpflege. Reinlichkeitspflege. Bäder. Abhärtung. Kaltwasseranwendung. Schlaferzeugung. Kleidung.

### Hautpflege.

Unter den Mitteln, durch welche die Wärmeregulation unseres Körpers geübt und unterstützt wird, von der wir im letzten Vortrag sprachen, ist vor allem die Hautpflege zu erwähnen. Was versteht man unter Hautpflege? Vor allem Reinlichkeitspflege, aber nicht nur diese allein.

In bezug auf die Hautpflege sind wir modernen Menschen weit zurück gegen das Altertum. Die alten Kulturvölker, namentlich die Römer, waren in dieser Beziehung uns weit voraus. Das sieht man an den großartigen Resten der Wasserleitungen, die in Rom und überhaupt in den Städten Italiens existierten und die auch im alten Griechenland, in Athen, vorhanden waren; und man sieht es namentlich an den gewaltigen Ruinen der antiken öffentlichen Bäder, die ja heutzutage noch in ihren Trümmern einen höchst großartigen Eindruck auf uns machen. 3000 Menschen konnten beispielsweise in den Thermen des Caracalla in Rom gleichzeitig baden, und zur römischen Kaiserzeit sollen 800 solche öffentliche Bäder in Rom existiert haben. Der Wasserreichtum in Rom ist immer noch vorhanden; auch jetzt noch ist Rom die wasserreichste Stadt in Europa, es treffen dort 600 l Wasser täglich auf den Kopf der Bevölkerung, während man in den meisten anderen Städten nur 150 oder 200 l auf den Kopf pro Tag rechnet. Aber dieser Wasserreichtum wird in Rom heutzutage nicht mehr für Badezwecke verwendet, die heutigen Römer baden nicht mehr wie ihre einstigen Vorfahren. Diese gute hygienische Sitte ist, wie anderwärts, im Sturm und Drange des Mittelalters und der späteren Zeit verloren gegangen. Es gab auch Zeiten, wo namentlich die

Päpste aus religiösen Gründen gegen das Baden eingenommen waren. Heutzutage ist das Wasser in Rom hauptsächlich dazu da, um die prachtvollen Brunnen zu speisen.

Im Altertum hatte man für die Hautpflege auch eine Menge kosmetischer Mittel, Salben und dergl. Unser heutiges Kosmetikum ist bekanntlich die Seife, von der Liebig sagte, daß der Verbrauch an ihr ein Gradmesser der Kultur eines Volkes sei. Freilich erscheinen alsdann die Alten, welche die Seife noch gar nicht kannten, äußerst unkultiviert, eine Folgerung, welche zwar unserem Selbstbewußtsein schmeichelt, im übrigen aber der Wahrheit kaum entspricht.

Statt dessen gebrauchten die Alten Öleinreibungen und sie gaben viel darauf, daß die Haut durch das Öl geschmeidig erhalten werde, es verleihe dies Gesundheit, Kraft und Rüstigkeit. Heutzutage ist die Öleinreibung nur noch bei den Orientalen gebräuchlich, namentlich bei den Indern, bei denen sie für so wichtig angesehen wird, daß man sogar den Gefangenen täglich 50 g Fett oder Öl gibt, mehr Fett also, als die Soldaten in Deutschland in ihrer normalen Ration erhalten. Die Beduinen, schön gewachsene, ebenmäßige Menschen, pflegen ihren Körper täglich oder so oft als möglich mit Fett einzureiben. Mit Wasser dagegen bringen sie ihre Haut nie in Berührung, sie halten das für schädlich und verwerflich.

Es fragt sich nun, was kann das Fetteinreiben für einen Wert haben? Es ist dadurch allerdings eine gewisse Herabminderung der Verdunstung möglich, aber diese Wirkung ist unbedeutend, und so glaube ich eher, daß die mit dem Einreiben verbundene Massage, das mechanische Kneten, Reiben und Drücken der Haut, den wesentlichen Effekt bei den Öleinreibungen darstellt. Wir Kulturmenschen können das nicht mehr durchführen, schon deshalb nicht, weil wir Unterkleidung tragen. Die würde bald in einen Zustand geraten, daß wir sie nicht mehr anziehen könnten. Eben die Unterkleidung hilft uns insoferne zur Reinlichkeit, indem wir sie statt unser selbst ins Bad schicken können; es wäre aber immer besser, uns auch selbst ins Bad zu begeben.

Bei den Bädern möchte ich nur daran erinnern, daß das Wasser viel mehr Wärme entzieht als Luft von gleicher Temperatur, und daß man daher beim Kaltbaden immer vorsichtig sein muß. *Das Wasser* verschluckt viel mehr Wärme. Ein Liter Wasser

braucht tausendmal mehr Wärme, um sich um einen Grad zu erwärmen, als ein Liter Luft. Infolgedessen kann kalte Luft dem Körper lange nicht soviel Wärme entziehen als kaltes Wasser. Das muß man namentlich berücksichtigen, wenn es sich um Kinder handelt, denn die können ihre Wärmeempfindungen nicht so genau beurteilen. Wenn man die Kinder im Sommer zum Baden schickt, gewahrt man oft, obwohl die Lufttemperatur vielleicht gar nicht so niedrig ist, daß sie nach dem Baden lange frösteln, und man meint, das komme daher, weil sie sich zu langsam anziehen. Doch das ist es nicht allein. Den Kindern wird durch das Wasser leicht zu viel Wärme entzogen, und die Folge ist, daß solche Kinder mit der Zeit blutleer werden. Die Kälte ist an und für sich unserem Körper schädlich, wenn sie nicht sofort durch eine Mehrproduktion von Wärme ausgeglichen werden kann.

Ich wollte aber zunächst von Reinlichkeitspflege sprechen, und da muß gesagt werden: es wäre sehr wünschenswert, daß unser Volk wiederum zur Badegewohnheit allmählich erzogen wird, und zwar wird das am leichtesten zu erreichen sein durch die bekannten Brausebäder, weil diese rasch herzustellen sind und nicht viel Wasser erfordern, wenig kosten und doch den Zweck der Reinigung vollständig erfüllen. Es muß dahin gestrebt werden, daß schon die heranwachsende Generation daran gewöhnt wird, und das geschieht in unseren Schulhäusern, wo solche Brausebäder überall eingerichtet werden. Auch beim Militär sollen die Leute an das Baden gewöhnt werden. Mit der Zeit ist zu hoffen, daß die heranwachsende Jugend das Baden als etwas Notwendiges ansieht.

Das würde mehrere große Vorteile haben. Erstens wird dadurch, daß der Mensch seine Hautoberfläche vollständig rein hält, die Luft der Wohnungen verbessert; dann wird durch die Reinlichkeitspflege die Gefahr der Übertragung von Krankheitsstoffen vermindert; und endlich wäre die regelmäßige Reinlichkeitspflege für den Kulturmenschen neben dem hygienischen auch vom sittlichen Standpunkte aus etwas wert: er gewöhnt sich dadurch überhaupt an Ordnung, und Ordnung, das wissen wir ja aus Schillers Glocke, ist ein segensreiches Ding.

Nun kommen wir aber zum zweiten Punkt bei der Hautpflege und das ist die Abhärtung. Nicht nur Reinlichkeitspflege, sondern auch Abhärtung soll die Hautpflege erzielen.

Wenn man fragt, was ist denn eigentlich das naturgemäßeste Mittel zur Abhärtung, so muß man sagen: es ist immer der häufige und andauernde Aufenthalt in frischer freier Luft. Die Menschen haben sich ursprünglich zweifellos in einem recht abgehärteten Zustande befunden, und das war nur die Folge ihres fortgesetzten Aufenthalts in der Luft. Je mehr nun wir Kulturmenschen durch unsere Arbeiten und Lebensgewohnheiten veranlaßt sind, uns in Häuser zurückzuziehen, in geschlossenen Räumen zu leben, um so notwendiger wird es für uns, dem gegenüber ein Gegengewicht in die Wagschale zu legen, dadurch, daß wir uns in unserer verfügbaren Zeit so viel wie möglich im Freien aufhalten. Offenbar besonders für Kinder ist es naturgemäß, soviel als möglich in der freien Luft sich zu bewegen, hin und her zu springen. Leider ist aber ein ausgibiger Luftgenuß für gewöhnlich in Städten auch für Kinder schwer durchzuführen. Es fehlt die Zeit dazu. Der Schulweg hat in dieser Beziehung schon einigen Wert, und ich möchte es nicht billigen, daß so viele Eltern ihre Kinder immer mit der Trambahn fahren lassen. Wenn sie einen großen Weg zurückzulegen haben, ist das ja begreiflich; aber wenn der Weg nicht so groß ist, geht hierdurch oft die einzige Gelegenheit verloren, wo ein Kind untertags ins Freie kommt.

Was die Erwachsenen betrifft, so sind wir alle durch verschiedene Verhältnisse sehr häufig oder ständig gezwungen — an Werktagen wenigstens — vorwiegend in geschlossenen Räumen uns aufzuhalten, während uns wenig Zeit übrig bleibt, um im Freien spazieren zu gehen, oder Rad zu fahren oder irgendwie sonst uns ausgibige Bewegung zu machen, welche imstande wäre, unseren Körper, unsere Hautoberfläche mit der Luft in genügende Berührung zu bringen. Gibt es nun da einen Ersatz?

In der Tat gibt es ein solches Ersatzmittel für die Abhärtung und das ist bekanntlich das kalte Wasser. Man muß das kalte Wasser aber stets mit Vorsicht anwenden. Man muß sich immer darüber klar sein, daß es sich nicht um eine massenhafte Wärmeentziehung handelt, sondern immer um eine kurzdauernde Anwendung, um einen plötzlichen Kältereiz, der auf die Hautoberfläche ausgeübt werden soll. Und dieser Reiz, wenn er nützlich und nicht etwa schädlich sein soll, muß sofort von einer gesteigerten Wärmebildung im Körper ausgeglichen

werden. Man merkt diese eintretende Wärmebildung der Haut an, sie rötet sich infolge einer richtigen Kaltwasseranwendung, und das muß eintreten, sonst ist die ganze Prozedur nicht nützlich, sondern schädlich. Es muß sofort die Wärmeregulation des Körpers in Gang gebracht werden. Und da es sich nicht um eine massenhafte Wärmeentziehung handelt, sind diejenigen Anwendungsarten, die nur von kurzer Dauer sind, gerade die besten: Also Waschungen, Übergießungen mit einem großen Schwamm oder aus einem Gefäß, aus welchem man das Wasser über sich herunterfließen läßt. Am bequemsten ist das Brausebad. Wenn das Wasser unter starkem Drucke aus der Brause kommt, reizt es die Haut auch mechanisch und man verträgt dann viel niedere Temperaturen des Wassers als etwa bei einer kalten Waschung. Bei letzterer sollte das Wasser nicht weniger als 14—16° C. haben. Jedenfalls muß alles rasch gemacht werden und die ganze Dusche oder Abwaschung nicht länger als ½ bis 1 Minute dauern. Da viele Leute Blutwallungen zum Kopfe bekommen, wenn die Wasserstrahlen direkt auf den Kopf herabfallen, so tut man am besten während des Duschens den Kopf mit einer Zeugkappe zu bedecken und die Hände über den Kopf zu halten. Nach der Waschung muß die Haut so rasch als möglich und auf die Dauer warm gemacht werden: durch Frottieren oder noch besser durch starke körperliche Bewegung wie z. B. Zimmerturnen oder dadurch, daß man sich sofort ins Bett begibt.

All das muß aber mit einer gewissen Vorsicht ausgeführt werden, d. h. es eignen sich nicht alle Naturen in gleicher Weise dazu, und es kann unter Umständen, wenn man es zu kühn betreibt, auch Schaden daraus entstehen; namentlich bei Kindern. In zweifelhaften Fällen muß man den Arzt fragen. Es läßt sich da keine Regel aufstellen, die für jeden Geltung hätte. Ich wiederhole: nicht eine massenhafte Wärmeentziehung, sondern nur eine kurz dauernde, plötzliche Reizwirkung des kalten Wassers kann nützlich sein, und wenn das täglich geschieht, wird man dadurch eine Abhärtung des Körpers erzielen können, so daß die Wärmeregulation des Körpers fortgesetzt in Übung und diese höchst wichtige Eigenschaft erhalten bleibt, welche darin besteht, einer Kälteeinwirkung gleich durch Mehrproduktion von Wärme oder durch Mehrzufuhr von warmem Blut, also von Wärme zur abgekühlten Stelle entgegenwirken zu können. We

das vermag, wird sich erstens nicht erkälten und zweitens im allgemeinen eine höhere Frische und Leistungsfähigkeit gewinnen.

Das kalte Wasser ist ferner auch ein Mittel, um Schlaf zu erzeugen, indem das Blut in jene Teile hinströmt, die durch die Einwirkung des kalten Wassers gereizt worden sind. Da haben wir also ein vortreffliches Mittel, um das Blut aus dem Kopf, wo es sich manchmal übermäßig ansammelt, herabzuziehen. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß Eintauchen der Füße bis an die Knöchel etwa für eine Minute in kaltes Wasser das Einschlafen befördert. Zuerst kommt uns diese Prozedur sehr unangenehm vor, aber bald zeigt sich ein wohltuendes Ermüdungsgefühl. Ein kaltes Sitzbad, ebenfalls nur für eine Minute lang, wirkt noch viel stärker in bezug auf Schlaferzeugung. Ein sehr gutes Mittel, um Schlaf zu erzeugen, ist übrigens auch das tiefe Atemholen am offenen Fenster, etwa zehn- bis zwölfmal vor dem Zubettgehen.

## Kleidung.

Das Hauptmittel zur willkürlichen Regulierung der Wärmeökonomie unseres Körpers bildet die Kleidung. Über die Kleidung hatte man nahezu gar keine wissenschaftlichen Forschungen angestellt bis auf Pettenkofer, der zuerst in den sechziger Jahren die Aufmerksamkeit der Ärzte und Physiologen auf dieses Gebiet lenkte. Erst dadurch sind wir über die Rolle der Kleidung eigentlich klar geworden.

Die Kleidung hat nicht die Aufgabe, die Wärmeabgabe des Körpers aufzuheben, sondern nur sie zu mäßigen, zu regulieren. Vor allem bestehen unsere Kleider aus Stoffen, welche schlechte Wärmeleiter sind, wie z. B. das Holz ein schlechter Wärmeleiter ist im Vergleich zu den Metallen. Die Kleider vermindern also die Wärmeabgabe von unserem Körper durch Leitung an die umgebende Luft, und sie brauchen zu diesem Zweck keineswegs einen luftdichten Abschluß um unseren Körper zu bilden. Ebenso wird die Ausstrahlung der Wärme vom Körper und die Verdunstung von der Hautoberfläche durch die Kleidung gemäßigt, reguliert, aber nicht vollständig aufgehoben.

Die Wirkung der Kleidung läßt sich dahin zusammenfassen: es wird durch sie der Ort des Wärmeausgleichs von unserer Hautoberfläche in die Kleidung selbst verlegt. Auf unserer Hautoberfläche bleibt eine ziemlich gleichmäßige und

ziemlich hohe Temperatur bestehen. Prof. Rubner hat darüber Versuche angestellt und hat bei 10° C., also einer ziemlich kalten Luft, und dann bei 26° C., also einer sehr warmen Luft, gefunden, daß die Temperatur der Hautoberfläche zwischen Kleidung und Haut in beiden Fällen fast gleich blieb, nämlich 32—33° C. Wir tragen somit an unserer Hautoberfläche gleichsam immer ein südliches Klima mit uns herum und infolgedessen haben wir im bekleideten Zustand eine behagliche Empfindung, trotzdem es vielleicht rings um uns ziemlich kalt ist.

Einen Wert für unsere Behaglichkeit besitzt die Kleidung also zweifellos; es fragt sich aber dann doch, ob die Kleidung auch einen wirklichen effektiven Nutzen und Wert besitzt? Wir wissen ja, daß verschiedene Menschen sich verschieden dicht bekleiden. Manche, die abgehärtet sind, können mit einem ganz dünnen Überzieher oder Rock gehen, andere, die empfindlich sind, müssen einen warmen Überzieher oder gar einen Pelz tragen. Es herrscht da die größte Verschiedenheit je nach der persönlichen Anlage und dem Grade der Abhärtung. Man könnte angesichts dieser Erscheinungen recht wohl zu der Frage gelangen, ob denn gute warmhaltende Kleidung nicht eigentlich ein Luxus sei, ob die Kleidung überhaupt einen nachweisbaren Wert für den Körper besitze und ob es nicht etwa besser sei, sich aufs äußerste abzuhärten und dann auch im Winter leichte Kleidung zu tragen? Es ist der Mühe wert, sich über diese Dinge volle Klarheit zu verschaffen.

Die Wissenschaft muß auf diese Fragen eine ganz bestimmte Antwort geben können, und sie kann es auch. Es gibt namentlich zwei Gründe, zwei Beweise dafür, daß die Kleidung kein Luxus, sondern daß eine gute warmhaltende Kleidung notwendig ist.

Vor allem haben wir hier das Beispiel der Behaarung der Tiere. Die Kleidung des Menschen entspricht ja im wesentlichen dem Pelz der Tiere und hat die nämlichen Aufgaben. Die Natur ist nun in ihren Einrichtungen, soweit wir das beurteilen können, überall in ganz staunenswertem Grade zweckmäßig, sie tut nichts umsonst. Und da sehen wir nun, daß sie gerade auf die Behaarung der Tiere außerordentlich viel Wert legt. Je höher wir nach Norden kommen, um so dichteren, wärmeren Pelz treffen wir bei den Tieren; je weiter wir dagegen nach dem Süden gehen, um so weniger dicht ist

der Pelz der Tiere. Wir sehen sogar bei unseren Haustieren, Pferden, Rindern, und auch bei wildlebenden Tieren, daß sie eine abwechselnde Sommer- und eine Winterbehaarung haben. Das ist eine wichtige Tatsache. Wenn es zweckmäßig wäre, sich an eine niedere Temperatur zu gewöhnen, so wäre gar nicht einzusehen, warum im Winter die Tiere einen dichteren Pelz bekommen.

Es gibt aber noch merkwürdigere Erfahrungen. So zeigt sich, wenn man Tiere vom Norden nach dem Süden verpflanzt, daß ihre Haarbekleidung kürzer und dünner wird. Man hat z. B. Merinoschafe nach Afrika, nach dem Kongo verbracht und sah mit Erstaunen, daß sie ein glattes windhundartiges Fell erhielten; umgekehrt bekamen Kameele nach dem Hochland von Tibet verbracht, dort ein ganz rauhes zottiges Fell, weil es in Tibet sehr kalt ist. Die Natur sucht also aufs genaueste auszugleichen.

Das sind nun allerdings sehr schwerwiegende Erfahrungen zu gunsten der Notwendigkeit einer genügend warmen Bekleidung, aber immerhin sind das noch keine direkten Beweise in bezug auf unsere Frage und lassen möglicherweise noch dem Zweifel Raum. Man hat nämlich vielfach behauptet, daß der menschliche Körper die Fähigkeit habe, im unbekleideten Zustand an seiner Wärmeabgabe zu sparen und die Wärme zurückzuhalten. Die scheinbare Notwendigkeit warmer Kleidung hänge also nur mit der Gewohnheit zusammen, und wenn man abgehärtet sei, dann bleibe es gleich, ob man gut oder schlecht gekleidet sei.

Hierüber läßt sich offenbar nur durch genau angestellte Versuche eine Entscheidung gewinnen. Man muß den Körper im bekleideten und dann im unbekleideten Zustand auf die Größe seiner Wärmeabgabe prüfen und muß feststellen, ob tatsächlich unser Hautorgan die Fähigkeit besitzt, trotz mangelnder Bekleidung die Wärme ebensogut wie im bekleideten Zustand zurückzuhalten. Solche Versuche lassen sich natürlich bei weitem einfacher, als am ganzen Körper, an einem einzelnen Körperteil z. B. am Arme anstellen und behalten trotzdem ihre Beweiskraft, da der Gesamtkörper sich nicht anders verhalten kann als seine einzelnen Teile.

Derartige Versuche werden in einem Kalorimeter oder Wärme-Meßapparat angestellt, wie Sie einen solchen, zu Ver-

suchen am Arm bestimmt, hier vor sich sehen. Es ist ein doppelwandiger Blechcylinder (Fig. 13), in dessen innere Höhlung der Arm, das eine Mal nackt, das andere Mal bekleidet, eingebracht werden kann. Die vom Arm abgegebene Wärme wirkt auf den äußeren Hohlraum des Cylinders, welcher den inneren Raum mantelförmig umgibt, und bringt die darin enthaltene Luft zur Ausdehnung, was an einem bei a angebrachten geeigneten Druckmesser leicht abgelesen werden kann. Zu erwähnen ist nur noch, daß der Innenraum dieses Apparates durch Luftabsaugung bei b während der Versuche fortwährend

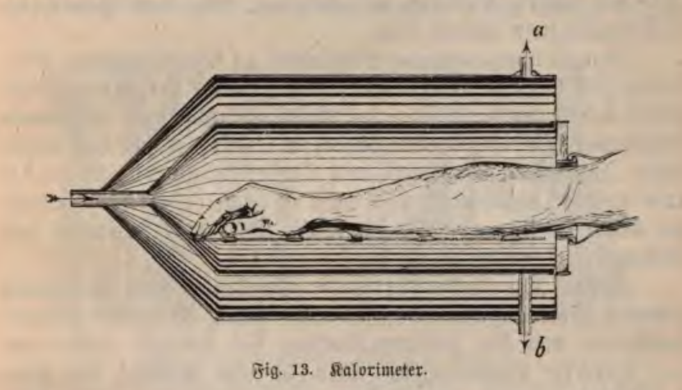



Fig. 13. Kalorimeter.

gelüftet wird, um für den Arm normale Verhältnisse zu schaffen, namentlich den entstandenen Wasserdampf zu entfernen, weil es sonst zur Schweißbildung und damit zu Störungen des Versuches kommen könnte.

Durch solche Versuche, die in großer Zahl ausgeführt worden sind, ergibt sich nun, daß ein unbekleideter Körperteil immer etwa um $^1/_3$ mehr Wärme abgibt, als ein bekleideter. Der Körper besitzt also nicht die Fähigkeit, seine Wärme zurückzuhalten, sondern er muß sich abkühlen, wenn er in dünner Kleidung der Kälte sich aussetzt. Und um dies zu verhüten und das Sinken der Bluttemperatur zu vermeiden, muß sofort die Wärmeregulation einsetzen, d. h. mit anderen Worten, der Körper muß sofort mehr von seinem Vorrat verbrennen, es werden mehr Nahrungsstoffe verbraucht und es müssen daher auch mehr Nahrungsstoffe aufgenommen werden.

Umgekehrt, wenn man sich besser kleidet, spart man an diesen Stoffen, man braucht weniger Wärme zu produzieren und daher weniger zu essen. Die Kleidung besitzt also einen ganz bestimmten ökonomischen Wert, und bei Berechnung der Ernährungsverhältnisse größerer Bevölkerungsschichten, denen die Nahrungsmittel nicht ganz beliebig zur Verfügung stehen, muß diese Tatsache wesentlich in Betracht gezogen werden. Für Minderbemittelte ist es nicht gleichgültig in bezug auf ihre ökonomischen Verhältnisse, ob sie schlechter oder besser bekleidet sind, in der Regel wird es viel zweckmäßiger sein, etwas mehr Geld für warme Kleidung aufzuwenden, weil man dadurch an Nahrungsmitteln sparen kann.

Nun ist aber noch eine Möglichkeit zu berücksichtigen. Man könnte sich nämlich auch denken, daß jemand, der genug Geldmittel besitzt, um die gesteigerten Nahrungsbedürfnisse bei dünner Bekleidung hinreichend befriedigen zu können, es für das hygienische Ideal hält, als Luft- und Wasserfanatiker zu leben, sich aufs äußerste abzuhärten, und dann in leicht bekleidetem Zustand der Kälte zu trotzen? Es fragt sich, wäre dies hygienisch das Richtige?

Darauf kann man nur sagen, Erfahrung und Überlegung stimmen dahin überein, daß es nicht richtig ist, seine Wärmeregulation und die Wärmeproduktion des Körpers immer auf das Äußerste anzustrengen. Das ist eine Ansicht, die schon Hufeland in seiner „Makrobiotik" gelehrt hat, daß gute warmhaltende Kleidung einen Wert für Verlängerung des Lebens besitzt. Es nützt sich der Körper leichter ab, wenn wir fortgesetzt seine Wärmeproduktion auf das Äußerste anstrengen; außerdem wäre es auch eine übermäßige Zumutung an die Verdauungsorgane, da man, um sich immer genügend zu erwärmen, viel mehr Nahrung aufnehmen müßte.

Es gibt aber noch einen Gesichtspunkt, der hier in Betracht kommt. Die Kulturanforderungen lassen sich doch nur befriedigen, wenn wir für die Kulturaufgaben genügende Körperkräfte übrig haben; wenn aber unsere Körperkräfte fortgesetzt von den rein animalischen Verrichtungen der Wärmeproduktion und Verdauung in Anspruch genommen sind, so können wir unmöglich unseren höheren Aufgaben genügend entsprechen.

Es wird also vom hygienischen Standpunkt aus völlig hinreichend und das Richtige sein, wenn wir unsere Wärmeregulation

nicht fortgesetzt aufs äußerste anstrengen, sondern wenn wir sie nur durch täglich wiederholte Übung bei ihrer Leistungsfähigkeit erhalten. Wir üben sie am besten durch täglichen ausgibigen Luftgenuß und durch Anwendung von kaltem Wasser.

Nachdem wir auf diese Weise sicher festgestellt haben, daß es für den Menschen wertvoll ist, sich warm zu bekleiden, jedoch auch nicht übermäßig warm, so fragt es sich nur, was ist denn also die beste warmhaltende Kleidung? Halten alle Kleidungsstoffe gleich warm?

Was die Kleidungsgewebe betrifft, so sind sie alle aus Fasern zusammengesetzt, teils pflanzlicher Herkunft, wie Leinen, Hanf,




Fig. 14. Fasergattungen (nach Prof. Rubner).
*L* Leinenfaser. *H* Hanffaser. *J* Jutefaser. *B* Baumwollfaser. *S* Seidefaser. *A* Alpakawollfaser. *E* Elektoralwollfaser. *W* Wollfaser [alles 30 × vergrößert].

Jute und Baumwolle, teils tierischer Abstammung, wie Seide und die verschiedenen Sorten von Wolle. Alle diese Fasern werden zu den verschiedensten Geweben verarbeitet, teils von glatter und dichter, teils von lockerer und poröser Beschaffenheit. Unter den glatten und dichten Stoffen sind namentlich Leinwand und dann von Baumwollgeweben Schirting und Barchent zu erwähnen, während zu lockeren und porösen Geweben sich hauptsächlich die Wolle eignet in Form von Flanell, Wolltrikot, Tuch oder Loden.

Es frägt sich nun zunächst, wie sich die Wärmeleitung der verschiedenen Faserstoffe verhält; da sind ziemliche Unterschiede vorhanden. Wolle ist in bezug auf geringe Wärmeleitung am günstigsten, d. h. sie leitet die Wärme am langsamsten und bietet daher den größten Wärmeschutz; Seide nimmt eine mittler

Stelle ein, Baumwolle und Leinen leiten die Wärme am raschesten.

Es ist aber außer den eigentlichen Grundbestandteilen der Gewebe bei Wolle, Seide u. s. w. auch der Luftgehalt von Bedeutung; je mehr Luft ein Gewebe enthält, umsomehr wird es den Wärmedurchgang verhindern, weil die Luft eine sehr geringes Wärmeleitungsvermögen besitzt. Das ist ein weiterer Grund, warum die Wollstoffe in bezug auf Wärmeschutz den anderen überlegen sind. Wolle eignet sich eben in hervorragendem Maße zur Herstellung lockerer Gewebe. Leinentrikot ist auch ein sehr luftdurchlässiges Gewebe, läßt sich aber in bezug auf gleichmäßige Auflockerung und daher natürlich auch auf Wärmeschutz mit Wolle nicht vergleichen.

Allerdings darf man, wenn es sich um die Größe des Wärmeschutzes handelt, die verschiedene Dicke der Stoffe nicht außer acht lassen. Denn es versteht sich von selbst, daß ein dünnes Gewebe in der Regel weniger Wärme zurückhält als ein dickes. Man muß also, um einen genauen Vergleich zu haben, gleich dicke Schichten der verschiedenen Kleiderstoffe vergleichen, und wenn man dies tut, so zeigt sich, daß die Unterschiede nicht mehr sehr groß sind, und daß die verschiedenen Gewebe die Wärme ziemlich gleich gut zurückhalten. Aber, um bei Leinenstoffen, bei Baumwollstoffen die gleiche Dicke zu erhalten, wie bei einem Wollflanell oder Wollbukskin, müßten wir drei bis vier Schichten aufeinanderlegen, und dann bekommen wir offenbar andere Nachteile, indem Leinen in drei- bis vierfacher Schichte viel zu schwer sein und namentlich viel zu geringe Luftdurchgängigkeit besitzen würde. Die Kleidung muß eben nicht nur warm halten, sondern sie muß auch für die Luft durchgängig sein. Das ist eine wertvolle, hygienisch sehr wichtige Eigenschaft der Kleiderstoffe.

Wir wollen zunächst noch das Gewicht der Gewebe berücksichtigen. Wenn wir gleiche Stücke von den verschiedenen Stoffen nehmen, so bekommen wir große Unterschiede. Flanell aus Wolle ist ungefähr siebenmal leichter als gleich große Stücke von glattgewebtem Baumwollstoff oder Leinwand bei gleicher Dicke. Es zeigt sich also auch hier, daß der Unterschied im Luftgehalt ein sehr bedeutender ist zwischen lockerem Wollstoff und dichtgewebtem Baumwoll- oder Leinenstoff. Es liegt überhaupt *weniger im* Material an sich, als vielmehr in der verschiedenen

Lockerheit der Gewebe, daß wir so große Unterschiede bei den einzelnen Stoffen in bezug auf ihre Verwendung zur Kleidung antreffen.

Die Kleidungsstoffe sollen eigentlich das Haarkleid der Tiere ersetzen. Der Pelz der Tiere ist außerordentlich leicht und hält doch die Wärme sehr gut zurück. Man hat Versuche bei Hunden gemacht, wie groß das Gesamtgewicht der Haare ist und gefunden, daß dasselbe nur 1,4 Proz. vom Körpergewicht ausmacht. Unsere Winterbekleidung beträgt demgegenüber etwa 10 Proz. von unserem Körpergewicht; soviel müssen wir mit uns herumschleppen und doch ist der Wärmeschutz nicht größer, als er bei diesen Tieren durch den Pelz gewährt wird.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Luftdurchgängigkeit der Kleiderstoffe. Warum muß die Kleidung luftdurchgängig sein? Die Gründe sind sehr einleuchtend. Vor allem werden von unserer Körperoberfläche gasförmige Stoffe abgegeben, es wird Wasser verdunstet und Kohlensäure ausgeschieden. Wenn nun alles dies nicht von der Körperoberfläche abdunsten kann unter unserer Kleidung, wie es z. B. der Fall ist, wenn wir versuchshalber zwischen unsere Unterkleidung ein Stück undurchlässigen Zeuges, etwa Guttaperchataffet, einlegen, so spüren wir bald ein unbehagliches Gefühl an dieser Stelle. Um also fortwährend die Produkte unserer Hautausdünstung abgeben zu können, den Wasserdampf und die Kohlensäure, dazu ist es notwendig, daß die Körperoberfläche fortwährend von Luft berührt, bespült wird.

Dann haben wir schon früher wiederholt besprochen, wie wichtig es ist, daß die Luft auf unsere Hautoberfläche einwirkt und wir haben dies als einen „normalen Lebensreiz" bezeichnet. Wenn wir uns im Freien bewegen, strömt die Luft durch die Kleider und berührt unsere Hautoberfläche, vorausgesetzt, daß wir poröse luftdurchgängige Stoffe tragen.

Endlich aber ist die poröse lockere Beschaffenheit der Kleiderstoffe wichtig in bezug auf die Schweißbildung. Wir kommen ja so häufig in die Lage, bei körperlicher Anstrengung und namentlich im Sommer Schweiß zu erzeugen, und wenn nun unsere Unterkleidungsstoffe nicht locker sind, ist die Gefahr vorhanden, daß sich die Poren der Unterkleidung infolge der Durchfeuchtung verschließen und infolgedessen der Luftwechsel an unserer Hautoberfläche ein sehr geringer wird.

Ein weiterer damit verknüpfter übler Umstand bei den dichtgewebten Unterkleidern, bei Baumwoll- und Leinenstoffen ist auch das Anklatschen im durchnäßten Zustande an die Haut. Ein Unterkleidungsstoff soll deshalb auch im feuchten Zustande elastisch und so beschaffen sein, daß er die Haut nur an verhältnismäßig wenig Punkten berührt. Beim Wollflanell ist das der Fall. Wenn wir denselben genau betrachten, so bemerken wir lauter über die Fläche hervorragende Wollhärchen, welche die innige Berührung des Stoffes mit der Haut erschweren.

Dadurch größtenteils erzeugt auch der Wollstoff jene bekannte Wärmeempfindung bei der Berührung. Wenn wir in ein wollenes Unterkleidungsstück hineinschlüpfen, so empfinden wir sofort angenehme Wärme. Bei Leinen ist das nicht der Fall, weil Leinen die Haut an viel mehr Punkten berührt, sich inniger anschmiegt und deshalb durch Wärmeleitung mehr Wärme entzieht. Freilich liegt darin noch nicht der ganze Unterschied begründet; denn daß die Wollfaser die Wärme an sich dreimal weniger gut leitet als die Leinenfaser kommt natürlich dabei auch in Betracht; außerdem gibt es noch andere Gründe für diese Erscheinung, die aber weniger wichtig sind.

Durchnässen wir die gewöhnlichen Baumwoll- und Leinengewebe, so geht ihre Elastizität vollkommen verloren. Ihre Fasern legen sich dem Zuge des zwischen ihnen abgelagerten Wassers folgend eng aneinander und an die darunter befindliche Haut an. Daher die starke Wärmeentziehung und Hemmung der Hautventilation durch nasse Leinen- oder Baumwoll-Unterkleider. Dagegen bleibt der Wollstoff auch in durchnäßtem Zustande elastisch und porös, läßt die Luft durch und trocknet daher auch wieder rascher.

In bezug auf Schweißbildung hat sich noch ein interessanter Unterschied zwischen den verschiedenen Unterkleidungsstoffen herausgestellt. Wenn man nämlich versuchsweise an dem einen Fuß einen Wollsocken und an dem anderen einen Baumwollsocken trägt, hierauf einen größeren Marsch macht und dann diese beiden Socken bezüglich der darin aufgenommenen Schweißmenge untersucht, da findet man zu seiner Überraschung, daß in dem Wollsocken immer weniger Schweiß enthalten ist, als in dem Baumwollsocken. Wechselt man dann die Socken um und wiederholt den Versuch, so zeigt sich, daß immer wieder der *Wollsocken* weniger Schweiß enthält.

Zur Erklärung dieser sehr auffallenden Erscheinung möchte ich zunächst auf eine bekannte Tatsache hinweisen. Wenn wir ein Stück Wollflanell auf Wasser legen, so geht es nicht unter, es benetzt sich sehr schwer; andere Stoffe, Baumwoll- und Leinenstoffe, benetzen sich in der Regel leicht, saugen das Wasser auf und sinken rasch unter. Wollstoff will das Wasser dagegen nicht annehmen. Das hängt offenbar damit zusammen, daß die Wolle von der Natur zur äußeren Körperbedeckung bestimmt ist. Wir wissen ja, daß der Pelz der Tiere überhaupt kein Wasser annehmen will; wenn der Pelz leicht Wasser annähme, würden die Tiere beim Regen bald in einen traurigen Zustand geraten. Es ist von der Natur so eingerichtet, daß diese Tierhaare an ihrer Oberfläche Luft festhalten; deshalb benetzen sie sich nur schwer, und das ist eine sehr wertvolle Eigenschaft.

Wenn wir nun an unserer Hautoberfläche Schweiß erzeugen und wir tragen ein Unterkleid aus Wollstoff, z. B. Wolltrikot, so will dieser die Feuchtigkeit eigentlich nicht aufnehmen. Durch Druck und Reibung wird das Wasser aber doch in den Wollstoff hineingepreßt, und dieser hilft sich nun in der Weise, daß er den Schweiß so schnell als möglich nach außen und in die überliegenden Kleiderschichten wieder fortschafft. Das ist der Grund, warum von den zwei Socken immer der Wollsocken weniger Schweiß enthält; der überschüssige Schweiß wird hier in das Lederwerk der Schuhe hineinbefördert, während umgekehrt ein Leinen- oder Baumwollsocken den Schweiß in sich aufsaugt, festhält und nicht hindurchtreten läßt.

Wir wollen uns die Folgen dieser Eigenschaften der verschiedenen Stoffe klar machen. Eine Folge ist vor allem, daß die Leinen- und Baumwollunterkleidung viel rascher verschmutzt; Wollunterkleidungsstoffe verschmutzen bekanntlich verhältnismäßig sehr langsam. Es ist in der That ein vielgerühmter Vorzug der Wolle, daß man sie solange tragen kann, und das hängt damit zusammen, daß die Schweißbestandteile im Wollstoff gleichmäßig verteilt und zum Teil nach außen geleitet werden; sie bleiben nicht an der Innenseite des Stoffes, an seiner Berührungsfläche mit der Haut dicht angehäuft und konzentriert beisammen, wie das bei Leinen- und Baumwollstoffen der Fall ist. Ob das ein hygienischer Vorteil ist, daß man die Verschmutzung an der Wolle nicht so deutlich und frühzeitig wahrnimmt, ist allerdings zweifelhaft; Leinen muß viel

öfter in die Wäsche wandern infolge dieser seiner Eigentümlichkeit.

Jedenfalls bietet aber das geschilderte Verhalten der Wollstoffe einen großen Vorteil in bezug auf die flüssigen Bestandteile des Schweißes. Auch diese werden nicht festgehalten, sondern nach außen weitergeleitet, und infolgedessen und infolge der erhalten gebliebenen Elastizität und Luftdurchgängigkeit haben Wollstoffe die Fähigkeit, immer an der Hautoberfläche verhältnismäßig rasch wieder zu trocknen. Wenn wir geschwitzt haben und der Schweiß sich in dem Wollstoff verteilt, so ist die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit, daß an unserer Hautoberfläche wieder eine trockene Schicht entsteht, größer, als wenn wir den Körper mit Leinwand oder Baumwolle bedecken. Darin hauptsächlich liegt der Grund, weshalb so viele den wollenen Unterkleidern den Vorzug geben.

Außer den bisher erwähnten Haupteigenschaften der Kleiderstoffe gibt es noch eine Menge von Gesichtspunkten, nach denen man die verschiedenen Stoffe behandelt und untersucht hat; wir können das aber nicht alles hier durchnehmen, sondere müssen uns mit einigen zusammenfassenden Bemerkungen begnügen.

Vorher sei noch auf das praktisch wertvolle Imprägnieren der Stoffe hingewiesen, wodurch jene Wasserfeindlichkeit, die ohnehin bei Wollstoffen vorhanden ist, noch gesteigert werden kann. Das Hauptmittel ist die essigsaure Thonerde. Die damit behandelten Tuche und Loden werden so wasserdicht, daß selbst ein starker Landregen nicht mehr durchdringt. Es gibt aber nicht nur eine Imprägnierung der Kleidungsstoffe gegen Wasser, sondern auch eine solche gegen Feuer. Es haben sich schon oft schreckliche Unglücksfälle dadurch ereignet, daß Kleider und Kostüme aus leicht verbrennlichen Stoffen Feuer fingen. Man kann aber sehr leicht die Verbrennlichkeit von solchen Baumwollstoffen, um die es sich meist handelt, aufheben, indem man sie mit einer Lösung von phosphorsaurem Ammoniak tränkt. Ein so imprägnierter Stoff raucht zwar, wird auch schwarz, wenn man ihn ans Feuer hält, aber er brennt nicht, selbst nicht an einer Gasflamme.

Schließlich möchte ich zum Thema der Kleidung noch einige Bemerkungen machen. Wir haben gesehen, daß die Wollstoffe große Vorzüge besitzen, namentlich durch ihre Lockerheit und ihre Luftdurchgängigkeit, sie bieten bei der größten Leichtigkeit den

größten Wärmeschutz und eignen sich deshalb von allen Stoffen am meisten zur Oberkleidung, außerdem aber auch hervorragend zur Unterkleidung. Trotz alledem will ich keineswegs behaupten, daß die Wollstoffe die einzig richtigen sind für alle Fälle und für jeden einzelnen. Man muß da sehr unterscheiden, denn die Naturen sind verschieden und die Beschäftigungsart und die Lebensweise kommen ebenfalls in Betracht; manche haben mehr körperliche Arbeiten zu verrichten, andere wieder weniger. Der Abhärtungsgrad kann ferner sehr verschieden sein bei den einzelnen, und man kann deshalb nicht sagen: Eines ist das absolut Richtige für alle, sondern man muß eher sagen: „Eines schickt sich nicht für alle." Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß man nicht ohne Erfolg versucht hat, Leinen- und Baumwollstoffe so herzustellen und zu bearbeiten, daß sie in ihren Eigenschaften den Wollstoffen ähnlicher werden. Unter den Baumwollgeweben ist hier der durch seine Luftdurchgängigkeit ausgezeichnete Baumwolltrikot zu erwähnen, beim Leinen als Ersatz der feinen Leinwand das grobe Bauernleinen, auf welches in neuerer Zeit Pfarrer Kneipp die Aufmerksamkeit gelenkt hatte. Dieses grobe Bauernleinen besitzt den Vorzug vor der feinen Leinwand, daß es nicht an so vielen Punkten mit der Haut in Berührung tritt und infolgedessen nicht so leicht anklatscht, wenn es beim Schwitzen durchnäßt wird. Außerdem übt das grobe Leinen auch eine gewisse Reizwirkung auf die Haut aus, und kann damit einer übermäßigen Verweichlichung entgegengewirkt werden. Trotzdem ist der Stoff viel zu derb und schwer und verliert auch im durchfeuchteten Zustand zu sehr an Luftdurchgängigkeit, um allgemeinere Empfehlung zu verdienen.

Leinen als Trikot verarbeitet ist nicht empfehlenswert, weil es viel zu schwer wird und doch keine eigentliche Lockerheit besitzt. Dagegen läßt sich Leinen zur Unterkleidung in Form der sogen. Netzhemden verwenden, die namentlich bei körperlichen Anstrengungen zweckmäßig sind und von vielen außerordentlich gerühmt werden. In solcher Form bietet eben das Leinen- (eventuell auch Baumwoll-) Gewebe der Haut nur eine verhältnismäßig geringe Zahl von Berührungspunkten und die Wärmeleitung kann daher auch im durchfeuchteten Zustand nie sehr groß werden.

Es gibt heutzutage eine Reihe von Unterkleidungsstoffen, die nach ähnlichen Gesichtspunkten konstruiert sind, beispielsweise auch solche, bei denen gegen die Hautoberfläche zu eine Menge

von Fasern aus dem Gewebe hervorragen, wodurch die Berührung mit der Haut herabgesetzt und verhindert werden soll, daß der Stoff im feuchten Zustande an die Haut anklatschen kann; er bleibt immer durch eine Luftschichte von der Haut getrennt und das ist zweifellos von Vorteil. Hierher gehören auch die Kreppgewebe, welche aus Wolle und Leinen hergestellt werden können und die allerdings in Deutschland für Unterkleidungszwecke wenig bekannt sind.

Ein Hauptaugenmerk der Fabrikanten richtet sich gegenwärtig auch darauf, die Luftdurchgängigkeit der für Unterkleidung bestimmten Gewebe zu erhöhen. Man kann dieses Bestreben hygienisch nur billigen im Sinne der Abhärtung, und muß zugeben, daß die Vorwürfe mancher gegen die ausschließliche Wollunterkleidung, wonach dieselbe wegen ihrer Dicke schließlich zur Verweichlichung der Haut führt, kaum als ganz unbegründet bezeichnet werden können. Je mehr Luft auf die Haut einwirken kann, um so besser.*) Eine deutsche Firma stellt in neuerer Zeit Gewebe her, welche aus Wolle, Baumwolle und Leinen gemischt sind, um so die verschiedenen Eigenschaften der Grundstoffe zum gegenseitigen Ausgleich zu bringen. Diese Gewebe sind äußerst luftdurchlässig und besitzen nicht den Nachteil reiner Wollgewebe, in der Wäsche allmählich zu schrumpfen und zu verfilzen. Andere Kombinationen bestehen darin, daß man zweiseitige Trikotgewebe herstellt, die an der Innenseite aus Wolle, außen aus Baumwolle bestehen, und auch dies muß als zweckmäßig bezeichnet werden, weil auch hier die unangenehme Eigenschaft der Wolle, in der Wäsche allmählich zu leiden, gemildert erscheint.

Wir können also schließlich nur wiederholen, daß es ein absolut Bestes, in jedem Falle Vorzuziehendes nicht gibt und kaum geben kann. Die Hygiene vermag nur die Hauptgesichtspunkte aufzustellen und darauf hinzuweisen, auf was bei der Beurteilung der Kleidungsstoffe zu achten ist und welche Ziele hauptsächlich im Auge zu behalten sind.

*) In neuester Zeit ist es einer deutschen Firma gelungen, aus der exotischen Ramiefaser sehr luftdurchgängige und dabei sehr haltbare Gewebe herzustellen, welche sich im Sinne der Abhärtung vorteilhaft empfehlen.

## 5. Vortrag.

Wohnung. Feuchtigkeit in Wohnungen. Verhalten des Holzwerks zum Wasser. Weiteres über Wohnung und Hausbau.

### Wohnung.

Ursprünglich haben die Wohnungen nur dazu gedient, um gegen die Witterung Schutz zu gewähren. Mit der steigenden Kultur haben sich aber die Anforderungen immer mehr erhöht und wenn wir heutzutage den Wohnungsbau betrachten, sehen wir, wie derselbe auf eine Menge von Dingen, auf eine genügende Luftzufuhr und Durchwärmung, auf hinreichende Beleuchtung, schließlich auch auf eine richtige Raumverteilung und auf eine gewisse Behaglichkeit Rücksicht nimmt. In allem diesen liegt aber durchaus keine Verweichlichung, sondern es sind solche Bestrebungen wohlberechtigt, um den Menschen instand zu setzen, den Kulturanforderungen möglichst ungestört entsprechen zu können; denn wenn wir fortgesetzt im Kampfe mit störenden und unangenehmen Einwirkungen uns befinden, dann können wir nicht so ungeteilt unsere Aufmerksamkeit höheren Aufgaben, wie sie der Kulturmensch zu lösen hat, zuwenden.

Der Hygiene muß vor allem daran liegen, die Schädlichkeiten, die aus ungesunden Wohnungen erwachsen könnten, vermindert zu sehen; außerdem aber liegt ihr auch viel daran — und das ist eine der im Augenblick wichtigsten und dringendsten Aufgaben öffentlicher Hygiene — die Wohltat einer gesunden und hinreichend geräumigen Wohnung möglichst allen Bevölkerungsklassen zuzuwenden. Letzteres ist nicht nur deshalb anzustreben, weil eine zu enge, überfüllte Wohnung an und für sich ungesund ist, sondern aus dem allgemeinen Grunde, weil die Beschaffenheit der Wohnung auf die ganze Existenz des Menschen, auf seine ganze Lebensart, die Reinlichkeitspflege, ja schließlich auf die sittlichen Verhältnisse einen Einfluß übt; ich will z. B. nur

darauf hinweisen, wie schlechte Wohnverhältnisse Mann und Frau zum Kneipenleben und zum Mißbrauch alkoholischer Getränke treiben können, während eine behagliche Wohnung, indem sie das Familienleben angenehmer macht, derartigen Ausschweifungen entgegenwirkt.

Wenn man von der Wohnung spricht, so muß man zunächst das ganze Haus in Betracht ziehen, und da fragt es sich vor allem: wie soll die Lage des Hauses beschaffen sein? Es ist klar, wenn wir die Wahl haben, werden wir ein hoch und frei gelegenes Haus vorziehen einem solchen, das tiefer liegt. Namentlich die Lage in Mulden und am Fuße von Abhängen, wo das Wasser von anderen Orten sich hinzieht, ist nicht günstig. Außerdem ist zu bemerken, daß die Lage nach Süden, nach der Sonnenseite zu für eine gesunde Wohnung am meisten zu empfehlen ist. Was den Baugrund betrifft, so soll derselbe trocken sein. Sehr häufig besteht er ja, wie in unseren Gegenden, aus Geröll, und das ist ein ganz zweckmäßiger Baugrund; wenn er dagegen aus kompakten Felsen besteht, ist es schwer, die notwendigen Anlagen für die Entwässerung des Hauses anzubringen.

Abgesehen von der Eignung des Baugrundes kann auch durch die Bauart des Hauses von vornherein mancher Vorteil erzielt werden. So kommt namentlich viel darauf an, wie die Grundmauern beschaffen sind, derjenige Teil der Mauer, der noch im Boden drinnen steht, auf den erst die eigentlichen Hausmauern aufgesetzt sind. Diese Grundmauer gibt häufig Anlaß zu aufsteigender Mauerfeuchtigkeit. Wenn Wasser mit der Grundmauer in Berührung kommt, wird es in sie eindringen, unter Umständen durch Kapillarität ziemlich hoch aufsteigen und schließlich das Wohnen im Erdgeschoß unangenehm und schädlich machen. Was ist nun dagegen zu tun?

Eines der einfachsten Mittel ist, daß man um die Grund- oder Fundamentmauer herum, um sie gegen Regen sicher zu stellen, eine mindestens 1 m breite etwas abfallende Pflasterung aus Klinkern anbringt, damit der Regen abgeleitet und die Grundmauern nicht direkt benetzt werden. Dieses Mittel reicht aber nicht aus, wenn es sich um Herstellung von Wohnräumen im Keller handelt. Es gibt bessere Mittel. Am gründlichsten wirkt eine Isoliermauer (Fig. 15), welche die Fundamentmauer in einem gewissen Abstand umgibt und dazu bestimmt ist, die in den Boden eingedrungene Niederschlagsfeuchtigkeit vom Eindringen

in die Fundamentmauer abzuhalten. Zwischen Fundament- und Isoliermauer befindet sich ein etwa 15—50 cm breiter Zwischenraum, der Isoliergraben, der oben mit Eisengitter überdeckt und am Boden gepflastert ist, um das Regenwasser seitlich in eine Versitzgrube oder in den Kanal abfließen zu lassen. Damit der Erfolg ein vollkommener sei, muß dann die Grundmauer über dem Niveau der Sohle des Isoliergrabens in ihrer ganzen Ausdehnung mit einer Isolierschicht versehen sein, welche das Aufsteigen der Bodenfeuchtigkeit direkt von unten herauf verhindert (mehrere Ziegellagen in Zementmörtel, eine Schicht von Asphaltpappe, ein Betonsockel). Auch darf der Fußboden der Wohnräume im Souterrain nirgends direkt auf dem Erdreich aufliegen, sondern muß von diesem durch eine Betonlage getrennt sein.

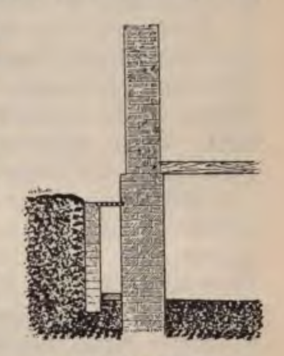


Fig. 15. Isoliermauer.

Häufig müssen solche Isoliermauern bei schon bewohnten Gebäuden nachträglich angebracht werden, um die vorhandenen Keller- oder Souterrainwohnungen trocken zu legen und das Eindringen des Regens und der Bodenfeuchtigkeit in die Grundmauer zu verhüten. Denn Kellerwohnungen, die ohnehin vom hygienischen Standpunkte aus nicht empfohlen werden können, sind ganz ungesund und unerträglich, wenn die Mauern und Wände fortwährend feucht bleiben. Vielfach glaubt man, sich da in der Weise helfen zu können, daß man die Fundamentmauer von außen mit einem wasserdichten Überzug belegt, etwa mit einer Asphaltschicht. Das ist jedoch nicht zweckmäßig, wenn man innen Wohnräume haben will und zwar darum, weil in einem bewohnten Raum sich doch immer etwas Wasserdampf entwickelt, teils durch das Kochen, teils durch den menschlichen Organismus selbst. Dieser Wasserdampf schlägt sich nun in gewissen Jahreszeiten auf der kälteren Mauer nieder, und wenn nun eine solche Mauer absolut undurchlässig ist, so bleibt dem Wasser nichts anderes übrig, als sich in Form von Tropfen und schließlich als ganz bedeutende Nässe in der Mauer anzuhäufen; die Mauer fängt, wie man sagt, an zu „schwitzen".

Wenn dagegen die Mauer außen nicht mit einer luftdichten

Schicht überzogen ist, sondern wenn eine Ziegelmauer, die eine gewisse Porosität besitzt, außen an die freie Luft angrenzt, dann kann das verdichtete Wasser in die Mauer hineinschlüpfen und allmählich nach außen abdunsten. So werden die Wände wenigstens trocken bleiben. Im übrigen möchte ich bezüglich der Souterrain- oder Kellerwohnungen nur bemerken: wenn sie ausgibig besonnt, hoch und geräumig genug sind, sind sie hygienisch nicht schlechtweg verwerflich; aber als empfehlenswert dürfen sie nie gelten, weil man, wenn die Lage nicht besonders günstig ist, die Fenster nicht öffnen kann, ohne zugleich dem Straßenstaub und Straßenschmutz den Eintritt zu verstatten. Die Leute sind daher gezwungen, die Fenster meist geschlossen zu halten, obwohl gerade in Kellerwohnungen die Lüftung am nötigsten wäre. Besser gestalten sich die Verhältnisse, wenn die oberen Fensterflügel als Klappflügel zu öffnen sind.

Wir hatten bisher angenommen, daß innerhalb der Fundamentmauer eine Wohnung sich befindet; jetzt wollen wir annehmen, daß keine Souterrainwohnung, höchstens ein Vorratskeller oder auch gar keine Kellerräume in dem Hause sich befinden. In diesem Falle läßt sich die Hausmauer in viel einfacherer Weise dadurch gegen aufsteigende Feuchtigkeit absolut abschließen, daß man, wie es soeben besprochen wurde, irgend ein geeignetes wasserdichtes Material auf die Fundamentmauer auflegt dort, wo sie aus dem Erdreich hervorragt, bevor man die übrige Mauer und die Tragbalken des Fußbodens darauf setzt, entweder Asphaltpappe oder Bleiplatten, oder statt dessen am sichersten eine genügend starke Betonschicht. Gewöhnlich geschieht dies, indem man das oberste Stück der Fundamentmauer selbst in Betonmauerwerk ausführt.

Beton wird bekanntlich hergestellt aus gutem Zement, Sand und Wasser. Diese Materialien werden innig miteinander vermischt und dann sofort in eine passende Form eingestampft. Der Beton erstarrt dann in einigen Tagen zu einer steinharten Masse. Beton aus guten Materialien gibt ein Mauerwerk von unverwüstlicher Dauer. Die Römer bauten schon mit Betonmauerwerk und dies ist jetzt noch ganz unverändert. Dichter Beton läßt flüssiges Wasser nicht durch. Ein Haus, auf dessen Fundamentmauer eine derartige Betonschicht ringsum angebracht wurde, ist von vornherein absolut gesichert gegen *aufsteigende* Feuchtigkeit.

Wir wollen jetzt die Fundamentmauer verlassen und zu den eigentlichen Mauern des Hauses, den Seitenwänden desselben, übergehen. Hier betrachtet man mit Recht als eine wichtige Eigenschaft die Porosität, d. h. das Vorhandensein sehr feiner lufthaltiger Hohlräume in dem verwendeten Material. Von der Porosität der Ziegel- oder Backsteine kann man sich durch einen Versuch überzeugen; Luft, die man auf der einen Seite auf den Ziegelstein aufbläst, geht durch denselben hindurch. Ebenso zeigt auch der zur Verbindung der Backsteine dienende Luftmörtel Porosität.

Man hat diese Porosität der Mauer früher auch in Beziehung gebracht zur Lüftung der Wohnung. Das ist jedoch nicht zutreffend, denn die Lüftung, die durch diese Poren stattfindet, ist in der Regel nicht ausgibig genug und nur wenn der Wind auf die Mauer auftrifft, können größere Luftmengen hindurchgehen. Aber die Porosität der Mauer ist trotzdem sehr wichtig, weil dann, wie wir früher besprochen haben, das Wasser durch sie hindurch verdunsten kann und deshalb, weil ein lufthaltiges Material, entsprechend seinem Luftgehalte, die Wärme schlechter leitet. Wie es bei den Kleiderstoffen eine nützliche Eigenschaft ist, daß sie die Wärme schlecht leiten, ebenso gilt dies auch für die Hausmauern. Man ist schon auf den Einfall gekommen, Häuser nur aus Eisen zu erbauen, aber solche eiserne Häuser sind sehr unangenehm. Sobald es außen kalt wird, werden diese eisernen Mauern entsetzlich kalt, und wenn umgekehrt die Sonne kräftig scheint, wird es in der Wohnung so heiß, daß man es nicht aushalten kann. Es ist für uns Menschen sehr wertvoll, in einem Hause zu wohnen, dessen Mauern die Wärme schlecht leiten, und das ist gerade der Fall bei lufthaltigem Baumaterial, bei Ziegelsteinen.

Man kann übrigens die Wärmeleitungsfähigkeit der Mauer noch künstlich herabmindern, um noch mehr Schutz zu erlangen gegen die Schwankungen der Außentemperatur. Ein sehr wirksames Mittel besteht darin, daß man im Kern der Mauer Luftschichten, sogen. Isolierschichten, anbringt. Auch Hohlziegel sind als Material für Mauern, welche die Wärme möglichst schlecht leiten sollen, angewendet worden. Doch leisten sie in dieser Hinsicht nicht sehr viel.

Hohlziegel bieten aber einen anderen Vorteil, indem bei ihrer Anwendung ein leichteres Mauerwerk entsteht; ein

leichteres Mauerwerk erfordert aber nur ein schwächeres Fundament, und infolgedessen wird der ganze Bau wohlfeiler und leichter herzustellen. Lufthaltiges Baumaterial kann also die Billigkeit der Herstellung von Wohnungen befördern und darauf müssen wir Wert legen, wenn der Zweck, von dem ich vorhin sprach, erreicht werden soll, nämlich die Verallgemeinerung guten und geräumigen Wohnens. Zu den Materialien, welche die Wärme schlecht leiten, gehört insbesondere das Holz. Infolgedessen werden die Innenwände sehr häufig mit Holz verschalt und man erreicht dadurch behagliche Wohnräume. Es lassen sich übrigens mit großem Vorteil auch Verschalungen aus anderem schlecht wärmeleitenden Material, z. B. Gipsdielen oder Korksteinen, an den Innenwänden anbringen. Wir werden auf solche Weise von der Außentemperatur viel unabhängiger, wir können viel leichter die Innenflächen anwärmen, wenn es notwendig ist.

## Feuchtigkeit in neugebauten Wohnungen.

Nun kommen wir zu einem wichtigen Punkt, nämlich der Feuchtigkeit in Neubauten. Bei Neubauten ist es bekanntlich eine immer wiederkehrende Klage, daß noch Feuchtigkeit in den Mauern enthalten sei. Die Wassermenge, die beim Bauen in die Hausmauern hineinkommt, ist eine große. Wenn man den Maurern zusieht beim Bauen, muß man sich gerade wundern, wie scheinbar verschwenderisch mit dem Wasser umgegangen wird. Der Maurer taucht den Ziegelstein ins Wasser hinein und gießt nochmals Wasser darauf, ehe der Mörtel darauf kommt. Infolgedessen hat man berechnen können, daß bei einem dreistöckigen, aber nur mäßig großen Wohnhause, dessen Wohnungen nur je fünf Zimmer enthalten, beim Bauen 85000 l Wasser in die Hausmauern hineinkommen. Nun muß dieses Wasser zum großen Teile wieder verdunsten, bevor ein solches Haus ordentlich bewohnbar wird. Wenn dies nicht geschieht, wenn die Mauern nicht gehörig trocken sind, so hat dies sehr unangenehme und schlimme Folgen, die wir schon früher dargelegt haben. Außerdem daß der Aufenthalt in solchen Räumen Gefahren bringt, ist er auch sehr unangenehm. Die Luft ist meist gar nicht gut, weil die Ausdünstungsprodukte, die aus der Hauttätigkeit herrühren, an solchen Mauern sich niederschlagen und daran haften bleiben, während bei trockenen Mauern die-

selben nicht haften bleiben, sondern durch die Lüftung wiederum fortgeführt werden. Außerdem bilden sich an den Wänden sehr leicht Schimmelpilze, die ebenfalls die Luftbeschaffenheit verschlechtern können. Es kommt überdies in solchen Räumen sehr leicht dazu, das auch andere Gegenstände feucht werden.

Es fragt sich nun: wie erfolgt das Austrocknen der Mauern? Früher hatte man gemeint — und es war ein Gedanke, den auch Liebig ausgesprochen hat — es komme darauf an, daß der Kalk, mit dem der Mörtel angemacht wird, sich mit der Kohlensäure der Luft zu kohlensaurem Kalk verbindet; dann erst werde die Mauer fest und zugleich trocken. Das ist jedoch nicht richtig. Die Menge Wasser, die in einer frischen Mauer mit dem Kalke chemisch verbunden ist und durch die Kohlensäure aus dieser Verbindung ausgetrieben wird, ist sehr klein. Diese Bildung des kohlensauren Kalkes vollzieht sich nur äußerst langsam. Selbst nach Jahren ist in einer Mauer, wenn wir sie in ihrem Innern untersuchen, der Kalk noch lange nicht durch und durch mit Kohlensäure gesättigt und doch ist die Mauer schon längst für unsere Empfindung völlig trocken. Das sogenannte „Trockenwohnen" kann also auch nicht die Bedeutung haben, daß etwa durch die Kohlensäureausatmung der Menschen der Kalk in der Mauer rascher in kohlensauren Kalk umgewandelt würde. Dagegen hat das sogenannte Trockenwohnen insofern tatsächlich eine Wirkung, als durch Beheizung und auf andere Weise im Hause Wärme erzeugt und dadurch die Verdunstung des Wassers aus der Mauer rascher vollendet wird, als beim Leerstehen der Wohnung der Fall sein würde.

Auch das Aufstellen von Kokskörben zum rascheren Austrocknen in Neubauten wirkt nicht durch die Erzeugung von Kohlensäure bei der Verbrennung, sondern durch die ausgiebige Erwärmung der Wände, wodurch die Verdunstung rasch vor sich geht. Man kann auch erwärmte Luft in die Räume einblasen; und jedenfalls ist es immer zweckmäßig, wenn rasch getrocknet werden soll, die Räume zu heizen. Die Fenster sollen dabei nicht geschlossen sein, sonst bleibt die Feuchtigkeit eingeschlossen, und es ist mit der Verdunstung aus. Es muß Luftwechsel möglich sein, aber nicht zu viel, damit trotzdem eine merkliche Erwärmung der Wände durch die Heizung zustande kommen kann.

Da es sich also nur um Austrocknung handelt, so ist die Jahreszeit von größtem Einfluß. Wenn auch die relative Feuchtigkeit der Luft in der kälteren und wärmeren Jahreszeit nicht so große Unterschiede aufweist, so ist doch eine warme Luft von 75 % relativer Feuchtigkeit imstande, viel mehr Wasserdampf in sich aufzunehmen, als eine kältere Luft bei gleicher relativer Feuchtigkeit. Wenn wir das Haus nicht künstlich erwärmen, was viel Geld kostet, wird daher im Sommer die Austrocknung immer viel schneller vor sich gehen, und in einem trockenen Klima, wie z. B. Ägypten oder Kalifornien, erfolgt dieselbe so rasch, daß die Häuser unmittelbar nach Fertigstellung beziehbar sind. Bei uns nimmt man gewöhnlich an, daß eine Wohnung beziehbar sei, wenn der Verputz, der Mörtelbewurf an der inneren Wandfläche, nicht mehr als höchstens 2 % Wasser enthält; um das zu untersuchen, hat man ein einfaches Verfahren. Man schlägt mittels einer eisernen Stanze (Fig. 16), die bis auf die Ziegelsteine eingetrieben wird, runde Stücke aus dem Mörtelbewurf heraus, und diese Mörtelmenge wird in bezug auf ihren Wassergehalt genau untersucht.



Fig. 16. Mörtelstanze.

Wenn eine Wohnung nicht trocken ist, zeigt sich das beim Beziehen sehr bald durch Erscheinen von dunklen feuchten Flecken an den Wänden. Dieselben entstehen dadurch, daß die Poren des Mauerwerks mit Wasser vollständig ausgefüllt sind; so lange die Poren nur teilweise ausgefüllt sind, sieht man das nicht; es kann eine Mauer viel Feuchtigkeit enthalten und dennoch trocken aussehen, aber wenn alle Poren mit Wasser ausgefüllt sind, dann erscheinen die bekannten dunklen Flecken. Solche feuchte Stellen treten aber auch in alten Häusern auf, nicht nur in Neubauten, und da handelt es sich dann darum, den Grund zu erforschen. Entweder dringt die Feuchtigkeit von unten hinauf im Mauerwerk durch Kapillarität — es gibt eine Menge Häuser, bei denen dies der Fall ist — oder es fehlt oben am Dache, so daß es einregnet und sich die Feuchtigkeit in die Mauern herunterzieht. Oder es kann vorkommen, daß der Regen durch die Mauern hindurchdringt, was vornehmlich auf *der* Wetterseite vorkommt. Dann hilft man am besten durch

eine Überkleidung der Außenseite der Mauern mit Schindeln, Schiefer u. dergl. Oder es handelt sich endlich um Schwitzwasserbildung; wenn in Räumen viel Wasserdampf erzeugt, namentlich wenn dort gekocht und gewaschen wird, so bilden sich im Winter sehr leicht Niederschläge von Feuchtigkeit an den kalten Mauern, mit besonderer Vorliebe an Nordmauern. Aber so leicht es in diesem Fall ist, den Grund einzusehen, so schwer ist zu helfen; wenn die Leute keine anderen Räume haben, sind sie eben gezwungen, in denselben Räumen zu kochen, zu waschen u. s. w. Und oft herrscht große Abneigung gegen das Lüften, weil mit der Wärme gespart werden muß, weil das Brennmaterial Geld kostet. Wir können da nur auf eine bessere Zukunft hoffen, in der es vielleicht einmal gelingt, für alle diese Leute ordentliche Wohnungen zu beschaffen. Was zu tun wäre ist klar: Weniger Wasserdampf in den Wohnräumen, eigene Küchen und Waschküchen, keine zu dichte Bewohnung!

Ich möchte noch erwähnen, daß nicht nur in Zimmern die Erscheinung der Schwitzwasserbildung eintritt, sondern es zeigt sich der gleiche Vorgang in sehr unangenehmer Weise häufig in ungenügend lüftbaren, nicht geheizten Magazinen, beispielsweise beim Militär in Monturdepots und Sattelkammern; er kommt vor in Museen, Archivräumen, Gemäldegallerien u. s. w. Man sieht diese Erscheinung namentlich im Frühjahr beim plötzlichen Übergang von Winterkälte zu Sonnenschein. An solchen Tagen enthält die Luft im Freien viel Wasserdampf, und wenn nun um diese Jahreszeit die Fenster geöffnet werden, um die Frühjahrsluft hineinzulassen, so bringt dieselbe ihre Feuchtigkeit an den vom Winter her noch kalten Gegenständen zur Ablagerung; es kann dann sehr leicht Schimmelbildung eintreten, wodurch manche Materialien sehr geschädigt werden. Man soll daher in solchen Fällen vorsichtig sein mit dem Öffnen der Fenster bei raschen Temperaturübergängen und lieber damit warten, bis sich auch die Räume etwas durchwärmt haben.

## Verhalten des Holzwerks zum Wasser.

Besonders zerstörend wirkt die Feuchtigkeit auf das Holzwerk. Vom Holz wissen wir, daß es sich vortrefflich hält, wenn es entweder immer trocken oder immer naß, d. h. unter

Wasser, bleibt. In den ägyptischen Pyramiden, wo alle Feuchtigkeit, auch Verdichtung von Wasserdampf wegen mangelnder Temperaturschwankungen ganz ausgeschlossen ist, sind die Särge nach einigen Jahrtausenden noch vollständig wohl erhalten, die Leinwandstücke, in welche die Mumien eingewickelt wurden, vollkommen unversehrt. Umgekehrt bleibt das Holzwerk, unter Wasser getaucht, ebenfalls vollständig unverändert erhalten. Die Pfähle der alten Römerbrücken über die Donau und den Rhein sind jetzt noch, soweit sie unter Wasser liegen, so gut erhalten, als wenn sie erst aus viel jüngerer Zeit herstammten. Dagegen, wenn das Holz abwechselnd trocken und naß wird, geht es verhältnismäßig sehr schnell zu grunde und zwar deshalb, weil dann die Schimmelpilze ihre zerstörende Wirkung entfalten, die in absolut trockenem Holze nicht fortkommen können. Auch soweit das Holz vollständig vom Wasser überdeckt ist, können sich dieselben nicht entwickeln; wird aber das Holz bald trocken, bald naß, dann fangen die Schimmelpilze an, in die Holzsubstanz hineinzuwachsen und dieselbe aufzuzehren, das Holz verliert seine Festigkeit und wird morsch.

Man sucht die Hölzer gegen diese verwüstende Wirkung der Schimmelpilze zu schützen, indem man z. B. Pfähle, die in den Boden eingerammt werden sollen, an den unteren Spitzen verkohlt, weil eine solche verkohlte Schicht für die Schimmelpilze keine Nahrung bietet. Bei den Balken, welche als Tragbalken die einzelnen Stockwerke in den Häusern tragen, handelt es sich auch darum, das Eindringen von Schimmelpilzen zu verhindern und darum pflegt man dieselben in neuerer Zeit an den Enden, den sogen. Balkenköpfen, wo die Gefahr am größten ist, vor dem Einmauern mit Konservierungsmitteln, Karbolineum oder dergl., zu bestreichen. Derjenige Schimmelpilz, welcher im Holzwerk der Häuser die stärksten Verwüstungen anrichtet, ist der sogen. „Hausschwamm" (Merulius lacrymans). Der Hausschwammpilz stellt sich da ein, wo das Holz nicht trocken ist, entweder feucht zum Bauen genommen wurde oder nachträglich feucht geworden ist. Man hat übrigens die sichere Erfahrung gemacht, daß der Hausschwammpilz immer von einer Baustätte zur anderen verschleppt wird und daß er früher sehr häufig mit dem Bauschutt alter Häuser in neue hineingeschleppt worden ist. Man hatte nämlich die schlechte Gewohnheit, die Zwischenräume *zwischen den* Tragbalken, den sogen. Fehlboden, mit dem Bau-

schutt alter Häuser auszufüllen, weil dieser umsonst und bequem zu haben ist. Dies war aber eine sehr übel angebrachte Sparsamkeit, indem man auf diese Weise oft genug den Hausschwamm künstlich in die Neubauten gleich mit hineinführte,

Dadurch, daß Holz, das vorher vom Wasser bedeckt war, später der Luft ausgesetzt wurde, sind schon sehr merkwürdige Folgen entstanden. In Hamburg ist es infolge seiner tiefen Lage nahe am Meere vielfach notwendig, beim Hausbau zuerst den sehr nachgibigen Boden durch eingerammte senkrechte Pfähle widerstandsfähig zu machen. Die Häuser ruhen dort zu einem großen Teil auf Pfahlrosten. So lange nun diese Pfähle ganz unter Wasser stehen, halten sie ausgezeichnet. Nach dem großen Brande Hamburgs von 1842 wurde nun angefangen, die Stadt zu kanalisieren und diese Kanalisation hatte eine Senkung des Grundwasserspiegels zur Folge. Der Ingenieur Lindley machte damals darauf aufmerksam, man müsse demgemäß auch die Pfahlroste tiefer legen. Aber in Hamburg achtete niemand hierauf, man meinte, nachdem es Jahrhunderte lang so gegangen sei, müsse es auch so weiter gehen. Die Folgen blieben nicht aus. Die Pfahlroste wurden größtenteils schadhaft, die Häuser senkten sich und es wurde allmählich notwendig, die morsch gewordenen Pfähle auszuheben und durch neue zu ersetzen, was mit außerordentlichen Schwierigkeiten, Umständen und Kosten verknüpft war. Übrigens ist auch in München derartiges vorgekommen. Die Hofkirche steht auf einem Pfahlrost; infolge der Kanalisation senkte sich das Grundwasser, so daß die vorher unter Wasser stehenden Pfähle mit Luft in Berührung kamen. Eines Tages zeigten sich an den Mauern bedenkliche Sprünge und Risse und bei der Untersuchung hat sich herausgestellt, daß das Holzwerk, soweit es an die Luft gekommen war, seine Tragfähigkeit verloren hatte.*)

---

*) In neuester Zeit ist durch Architekt Hasselmann in München ein Imprägnierungsverfahren für Holz erfunden worden, wodurch dasselbe gegen die zerstörenden Einwirkungen der Schimmelpilze dauernd geschützt wird. Da bei diesem Verfahren zugleich die Festigkeit des Holzes bedeutend erhöht und demselben überdies eine hohe Politurfähigkeit und schöne Färbung verliehen wird, so wird dieses Verfahren zweifellos auch für die Verwendung von Holzwerk im Hause noch von großer Bedeutung werden.

## Weiteres über Wohnung und Hausbau.

Zum Ausfüllen der Zwischenböden soll also Bauschutt nicht verwendet werden, sondern nur reines Material, um nicht den Hausschwamm in das Haus hineinzubringen; überhaupt ist es eine selbstverständliche hygienische Regel, in neugebaute Häuser nicht Unreinigkeit hineinzuschleppen. Ein gutes Material zur Füllung ist gewaschener trockener Flußsand. Es sollen ferner die Stubenböden dicht gefügt sein, damit vom Zimmerstaub weder etwas hinein- noch herauskommt. Leider ist es noch weit hin, bis diese einfachen Forderungen bei uns allgemein erfüllt sind. Vielfach sind die Böden noch so mangelhaft, daß

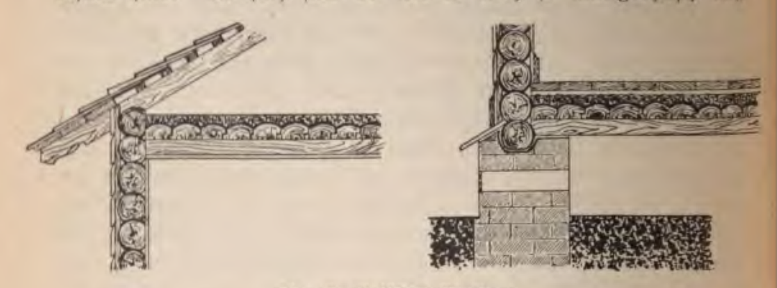


Fig. 17. Russisches Blockhaus.

zwischen den Brettern sich Fugen bilden, und in diesen Fugen sammelt sich der Schmutz. Zum Staub, der in unseren Wohnungen entsteht, kommt noch der Straßenschmutz hinzu, den wir durch unser Schuhwerk in die Wohnungen tragen. Da ist man in Rußland weiter, dort trägt man lederne Überschuhe, die man beim Betreten eines Hauses ablegt und in England, wo man sofort beim Betreten des Hauses die Schuhe wechselt.

Schließlich möchte ich noch einiges über die Hauskonstruktion im ganzen anfügen. Das Holz eignet sich deshalb, weil es so dauerhaft ist, auch recht gut zur Erbauung von ganzen Häusern. Wir Stadtbewohner wissen allerdings nicht viel davon, aber wenn wir uns ins Gebirge begeben, treffen wir solche Holzhäuser, die nicht nur sehr schön aussehen, sondern sich auch Jahrhunderte hindurch erhalten haben. Im Berner Oberland trifft man sehr hübsche Holzhäuser, darunter welche, die schon viele Jahrhunderte alt sind. Die alten Germanen bauten sich sogenannte Blockhäuser, denn sie verstanden nichts

von Steinbauten. Bei den Slaven in Rußland und ferner in Finnland kommen auch Blockhäuser vor. Diese russischen und finnischen Blockhäuser (Fig. 17) bewähren sich vortrefflich auch bei großer Kälte im Winter. Die Fugen zwischen den Balken werden dort mit isländischem Moos verstopft. Es scheint mir von Wert, diese einfachen und billigen Ausführungen von Wohnhäusern mehr zu berücksichtigen, weil es eben darauf ankommt, die Möglichkeit besserer Bewohnung mehr auszubreiten.

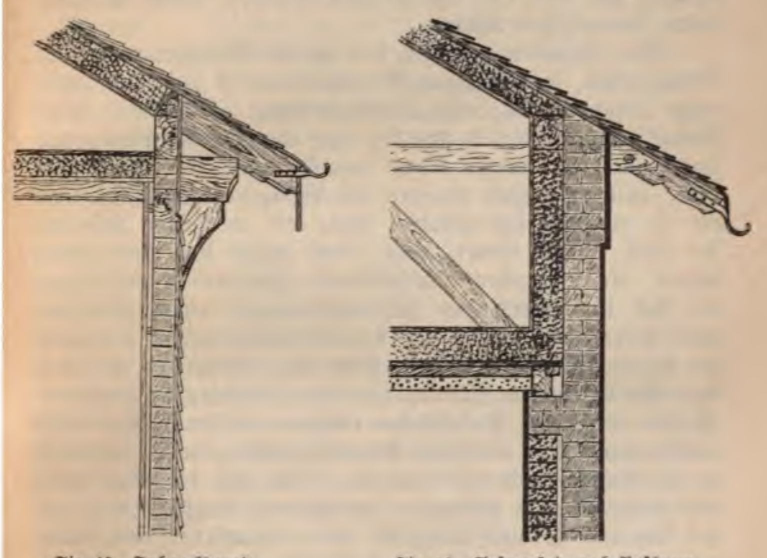


Fig. 18. Fachwerkswand. Fig. 19. Außenwände nach Nußbaum.

So sehen wir nach Vorschlag des Architekten Prof. Chr. **Nußbaum** hier auch einige zweckmäßige Verbesserungen der sogen. Fachwerkswand für Wohnhäuser (Fig. 18). Hier ist die Mauer nach außen mit wasserdichtem Schutz, Dachschiefer, Glasplatten u. s. w. bedeckt. Wichtig ist ferner, daß bei solchen schwächer auszuführenden Mauern auch nach innen ein besonderer Wärmeschutz geschaffen wird durch Anbringung einer Innenwand von ganz leichten Schwemmsteinen in einem gewissen Abstand von der gewöhnlichen Mauer, wobei der entstehende Zwischenraum mit einem lockeren porösen, schlecht wärmeleitenden Material

z. B. Kieselguhr (Infusorienerde) ausgefüllt wird. Diese schwache Innenwand hilft nicht tragen, sie hat nur den Zweck, die Wand zu einem recht schlechten Wärmeleiter zu machen. Wenn wir heizen, können wir solche Wände sehr leicht von innen anwärmen und das ist ein wesentlicher Vorteil, während zugleich solche Mauern sehr langsam die Wärme nach außen weiter leiten (Fig. 19). Bei derartiger Ausführung kann man also auch mit schwächeren Mauern einen ganz guten Wärmeschutz erzielen, wie sonst nur mit stärkeren Mauern, welche die Baukosten sehr erhöhen würden.

Das Zusammendrängen von großen Menschenmengen in Wohnhäusern, in den sogen. Mietskasernen, ist nicht das hygienische Ideal; das hygienisch Wünschenswerte sind vielmehr kleine Wohnhäuser, womöglich nur für eine oder zwei Familien, und zwar aus einer ganzen Reihe von Gründen. Vor allem deshalb, weil in großen Häusern der Bezug von Licht und Luft nie so ausgibig sich gestalten läßt, wie in kleinen Häusern. In diese kommt immer mehr direkt frische Luft von außen herein, als in großen dichtbewohnten Häusern in der Regel der Fall ist. Durch das Zusammenleben so vieler Menschen wird ferner die Gefahr der Krankheitsübertragung gesteigert, die Reinlichkeitspflege gestört. Eine ganze Reihe von Gründen ließe sich da noch aufführen, die dafür sprechen, daß wir entschieden für kleine Wohnhäuser eintreten müssen. Man wird freilich sagen, das seien nur Phantasiegemälde, dahin werde es in Wirklichkeit doch nie kommen. Allein für die Möglichkeit und Ausführbarkeit haben wir den Beweis längst in England. In England ist uns Deutschen beim Besuch der Großstädte, namentlich Londons, nichts auffallender, als zu sehen, wie da die große Mehrzahl der Bewohner, also Millionen von Londonern nicht, wie man es erwarten sollte, in lauter Riesengebäuden, sondern in ganz kleinen Familienhäusern wohnen. Wenn wir uns davon ein Bild machen wollen, dürfen wir uns nur die Villen-Kolonie Gern bei München ansehen, nur daß in London die Häuser mehr mit Ruß überzogen sind als in Gern. Und dazu kommt das für uns unerwartete, daß in englischen Städten, auch in London, das Wohnen im allgemeinen nicht teuer, sondern wesentlich billiger ist, als in unserer größeren Städten, was eben mit der weiten Ausdehnung der englischen Städte zusammenhängt, wodurch Monopolpreise für den Grundbesitz verhindert werden.

## Bewohnerzahl auf ein bewohntes Grundstück in England und Deutschland.

Auf ein bewohntes Grundstück kommen durchschnittlich Einwohner:

| Deutsche Städte | 1885 | 1890 | Englische Städte | 1881 | 1891 |
|---|---|---|---|---|---|
| Berlin | 67,0 | 73,0 | Birmingham | 5,1 | 5,0 |
| Hamburg | 31,0 | 34,0 | Bristol | 6,5 | 6,3 |
| Breslau | 49,0 | 49,7 | Hull | 4,8 | 4,7 |
| München | 29,0 | 31,9 | Liverpool | 6,0 | 5,7 |
| Dresden | 33,0 | 35,6 | Manchester | 5,1 | 5,0 |
| Leipzig | 4,10 | 33,5 | Newcastle u. Ty. | 7,2 | 7,3 |
| Köln | 15,0 | 14,6 | London | 7,8 | 7,7 |
| Frankfurt a. M. | 18,0 | 19,7 | Sheffield | 5,0 | 4,9 |
| Hannover | — | 22,2 | | | |
| Braunschweig | 16,0 | — | | | |
| Halle a. S. | — | 25,3 | | | |
| Augsburg | 16,0 | — | | | |
| Görlitz | 25,0 | 26,7 | | | |
| Kiel | 23,0 | 25,3 | | | |

Die vorstehende Tabelle zeigt auch, daß diese Sitte der Familienwohnhäuser sich in England nicht etwa auf London beschränkt, sondern dort weit verbreitet ist, im Gegensatz zu deutschen Städten. Sie sehen sich hübsch an diese Häuserreihen; jedes Häuschen hat meist auch ein kleines Ziergärtchen gegen die Straße zu, und es haben in England auch einfache Leute einen gewissen Komfort. Es ist zu hoffen, daß auch bei uns allmählich, und sollte es noch zehn, zwanzig und mehr Jahre dauern, solche Verbesserungen Platz greifen, wozu das Nötigste ist, unsere Verkehrseinrichtungen in der nächsten Umgebung der Städte immer mehr zu verbessern und zu verbilligen. Jedenfalls sollte der Bau von eigentlichen Mietskasernen so rasch als möglich unmöglich gemacht werden.

## 6. Vortrag.

Lüftung der Wohnung. Untersuchung der Luftbeschaffenheit. Luftbedarf. Luftraum. Natürlicher Luftwechsel. Künstliche Ventilation. Wasserversorgung. Reinigung des Wassers im Boden. Bodenverunreinigung und Typhus. Schluß.

### Lüftung der Wohnung.

Daß die Luft, in der wir leben, von Zeit zu Zeit erneuert werden muß, das wissen wir alle längst; über die Größe des Luftbedarfs aber, wenn die Luft vollständig unverdorben bleiben soll, konnte man früher keinen genauen Aufschluß geben. Von der Tatsache, daß durch den Atmungsprozeß die Luft verschlechtert und schließlich ganz unbrauchbar wird zur Erhaltung des Lebens, zeugt manches traurige historische Ereignis. Beispielsweise wird immer der Fall angeführt von dem sog. „schwarzen Loch" in Kalkutta, wo der Nabob von Bengalen am 20. Juli 1756 146 gefangene Engländer in einen Raum einsperren ließ, welcher nur ein paar vergitterte Fenster hatte. Diese Unglücklichen gerieten bald in die äußersten Drangsale, und es gingen über Nacht 123 Mann zu grunde. Ein anderes derartiges Vorkommnis ereignete sich nach der Schlacht von Austerlitz, wo die Franzosen 300 Österreicher in ein enges Gefängnis zusammensperrten. Auch hier ist der größte Teil über Nacht elend umgekommen. Noch Mitte des 19. Jahrhunderts ist ein derartiger Fall vorgekommen auf einem englischen Kriegsschiff. Während eines Sturmes wurden die Leute im Zwischendeck so eng zusammengedrängt und eingeschlossen, ohne zu bedenken, daß sie auch Luft haben müssen, daß eine große Zahl davon zu grunde ging.

In solchen Fällen ist es einerseits der wirkliche Mangel an Sauerstoff, anderseits die übermäßige Kohlensäureanhäufung, was die Schädlichkeit darstellt; außerdem aber muß namentlich

auch die übermäßige Hitze als Ursache dieser traurigen Unglücksfälle betrachtet werden, indem der menschliche Körper eben nicht mehr imstande ist, sich seiner Wärme zu entledigen; es steigt daher die Bluttemperatur, es tritt eine Art von Fieber ein und auch dies kann schließlich zur lebensvernichtenden Schädlichkeit werden.

Solche krasse Fälle zeigen nun allerdings deutlich genug, daß man mit der Luftbeschränkung nicht zu weit gehen darf. Darum handelt es sich aber hier in unserem Falle nicht; solchen gefährlichen Zuständen geht jedermann von selbst aus dem Weg, wenn er nicht eben gefangen ist, wie jene es waren. Es handelt sich vielmehr darum: wieviel Luft brauchen wir, um fortgesetzt eine tadellose Luft in unseren Wohnungen zu haben?

Lange bevor der Sauerstoffgehalt der eingeschlossenen Luft, in welcher viele Menschen atmen, merklich sinkt, ihr Kohlensäure- und Wassergehalt, ihre Temperatur so hoch steigt, daß daraus handgreifliche Schädlichkeiten werden, fühlen wir uns in ihr unbehaglich. Wir empfinden sie nicht mehr als erfrischend oder nehmen wahr, daß sie übel riecht, von Schweiß, Zersetzungsprodukten der abgestoßenen Oberhaut und anderem.

Wenn der Mensch fortgesetzt in einer Luft leben und atmen muß, die nicht erfrischend, nicht im Sinne eines „normalen Lebensreizes" auf ihn einwirkt, die ihm unbehaglich ist, so wird dies an und für sich zur Schädlichkeit.

Vor allem ist es klar, daß wir in einer Luft, die nicht recht gut ist, viel oberflächlicher atmen werden. Das ist nicht vorteilhaft. Es ist notwendig, daß wir tief atmen, damit alle Teile der Lungen gehörig entfaltet und ausgibig mit Blut versorgt werden. Überhaupt wird durch den Einfluß einer unangenehmen Luft allmählich ein gewisses Mißbehagen erzeugt und das ist ebenfalls der Gesundheit nicht zuträglich. Also die Luft in dem Raum, wo viele Menschen sind, ist nicht direkt besonders gefährlich, sondern im Mangel an guter, so zu sagen schmackhafter Luft liegt die Schädlichkeit, weil uns da etwas fehlt, was zu unserem Wohlbefinden gehört. Allerdings sind darin die Ansprüche der Menschen sehr verschieden. Der unkultivierte Mensch ist in diesen Beziehungen sehr genügsam; aber der Kulturmensch wird immer anspruchsvoller und er hat auch das Recht dazu. Das Verlangen, daß wir gute Luft haben wollen, ist ein berechtigtes, namentlich deshalb, weil wir Stadtbewohner ohnehin den allergrößten Teil unseres Lebens in geschlossenen Räumen zubringen müssen.

## Untersuchung der Luftbeschaffenheit.

Es handelt sich aber nicht nur darum, daß man das überhaupt einsieht, sondern daß man bestimmt in jedem Falle sagen kann, ob die Luft in einem bewohnten Raume noch als gut oder bereits als schlecht zu erachten sei. Um dies aber sagen zu können, muß man die Schädlichkeit messen können; denn überall, wo es sich darum handelt, mit solchen Dingen in die Öffentlichkeit hinauszutreten und bestimmte Anforderungen für Schulgebäude, Werkstätten, Fabrikräume, Versammlungsräume u. s. w. aufzustellen, da muß man natürlich ein bestimmtes positives Maß angeben; man muß die schlechte Beschaffenheit der Luft messen und daraufhin den Bedarf an frischer Luft in Kubikmetern ausgedrückt angeben können.

Da ist nun durch Pettenkofer, der ja in dieser Richtung die größten Verdienste besitzt, ein außerordentlich glücklicher Gedanke gefaßt worden, indem er sich sagte, die Kohlensäure, die der Mensch ausatmet, ist zwar in kleinen Mengen, wie sie in der Luft von Wohnräumen gewöhnlich vorkommt, ganz unschädlich, sie kann uns aber als Maß der Luftverschlechterung dienen. Immer im gleichen Maße, wie sich die Kohlensäure anhäuft in der Luft bewohnter Räume, wachsen auch die übrigen schädlichen Beimengungen der Luft, in gleichem Maße wird die Luft schlechter und für die Atmung und den Aufenthalt von Menschen ungeeigneter. Die Kohlensäure dient uns also als Maßstab; sie ist nicht eigentlich das Schädliche in der Luft, dafür ist ihre Menge zu gering; aber wir können darnach die Beschaffenheit der Luft sehr genau auf chemischem Wege ermitteln.

Letzteres geschieht durch die sogen. Pettenkofersche Kohlensäurebestimmungsmethode. Um diese Bestimmung auszuführen, nimmt man eine leere trockene Flasche und füllt dieselbe mit der Luft des Raumes, indem man mit einem Blasebalg längere Zeit hineinbläst (Fig. 20). Ist das geschehen, so verschließt man sofort die Flasche mit einer Gummikappe. Nun handelt es sich darum, die in dem abgeschlossenen Luftquantum enthaltene Kohlensäure zu bestimmen und das geschieht in derselben Weise, wie wir es schon im 1. Vortrag gesehen haben. Ich erinnere daran, daß ich Ausatmungsluft durch Kalkwasser durchgeblasen habe, und daß dann ein weißer Niederschlag von kohlensaurem Kalk entstand. Ebenso können wir das mit Barytlösung aus-

führen. Baryt verhält sich ganz ähnlich wie Kalk. Man bringt eine abgemessene Menge Barytlösung in die Flasche hinein, schüttelt um, und es entsteht kohlensaurer Baryt und aus der Menge des kohlensauren Baryts kann man die Menge der in dem abgeschlossenen Luftquantum enthaltenen Kohlensäure exakt bestimmen.

Nun hat Pettenkofer durch viele Untersuchungen festgestellt, wie groß höchstens die Kohlensäuremenge bewohnter Räume in solchen Fällen ist, wo die Luft unseren Sinnen noch tadellos gut erscheint, und hat gefunden, daß eine solche Luft nicht mehr als auf 1000 Teile $^7/_{10}$ Teile Kohlensäure enthält. Mit anderen Worten bedeutet dies: in einem Kubikmeter Luft bewohnter Räume, solange sie noch tadellos gut ist, sind nicht mehr als höchstens $^7/_{10}$ l Kohlensäure enthalten. Enthält eine Luft mehr als $^7/_{10}$ l Kohlensäure in 1000 l, so ist sie auch im übrigen nicht mehr tadellos.



Fig. 20. Kohlensäurebestimmung.

Mit Hilfe dieser vortrefflichen Methode läßt sich nun in jedem Falle genau feststellen, von welcher Beschaffenheit die Luft ist, man braucht sich nicht auf subjektive Empfindungen, nicht auf seinen Geruch zu verlassen; denn der ist doch verschieden, man ist nicht immer gleich empfindlich, und gar bei verschiedenen Personen kommen noch größere Verschiedenheiten vor. Aber diese Methode läßt einen nicht im Stich, da kann man ganz genau sagen: hier ist die Luft gut, hier dagegen ist sie es nicht, und hier muß deshalb mehr Luft zugeführt werden.

## Luftbedarf.

Um nun den Luftbedarf eines Menschen richtig zu bestimmen, müssen wir zweitens wissen, wie viel ein Erwachsener stündlich an Kohlensäure ausatmet? Aus Untersuchungen von

Pettenkofer und Voit geht hervor, daß diese Menge durchschnittlich etwas über 22 l Kohlensäure beträgt. Da ist es nun klar, daß, wenn wir diese Kohlensäuremenge so verdünnen wollen, daß eben nicht mehr als $^{7}/_{10}$ l auf einen Kubikmeter Luft treffen, wir sehr viel Frischluft brauchen, um diese Verdünnung zu bewerkstelligen. Dazu kommt noch, daß die Luft im Freien an und für sich schon Kohlensäure enthält. Die Luft im Freien enthält schon $^{3}/_{10}$ l auf 1000 l, $^{7}/_{10}$ auf 1000 ist die Grenze, die nicht überschritten werden soll. Wir dürfen also jedem Kubikmeter Luft nur noch $^{4}/_{10}$ l Kohlensäure aufladen. Da nun der Erwachsene in der Stunde 22 l Kohlensäure ausatmet, so können wir leicht berechnen, wieviel wir frische Luft haben müssen, um diese Menge gehörig zu verdünnen; wir müssen 22 durch 0,4 dividieren. Es ergibt sich demnach für einen Erwachsenen ein Bedarf von 55 oder rund 60 cbm frischer Luft in der Stunde. Das scheint viel, ist aber erfahrungsgemäß auch in gewöhnlichen Wohnräumen durchaus nicht zu viel, wenn man ganz tadellose Luft haben will.

Wir wollen die Verhältnisse hier in diesem Saal in Betracht ziehen, der freilich an diesen Abenden eine ungewöhnliche, bei seiner Erbauung nicht vorgesehene Überfüllung zeigt. Wir sind hier in diesem Saal 200 Personen und würden $60 \times 200 = 12000$ cbm Luft nötig haben, wenn wir bis zum Ende der Vorlesungsstunde eine ganz gute Luftbeschaffenheit aufrecht erhalten wollen. Das ist sehr viel. Der ganze Saal faßt nur etwas weniger als 1000 cbm. Zwölfmal müßte also die Luft erneuert werden in einer Stunde, die Ventilation müßte einen wahren Sturmwind erzeugen. Wir sehen, daß diese Aufgabe nicht so leicht zu lösen ist. Bei der praktischen Schwierigkeit, so große Räume oder eine so ausgibige Lüftung wirklich herzustellen, hat man sich entschlossen, die Forderung etwas zu ermäßigen. Man nimmt jetzt ziemlich allgemein einen Kohlensäuregehalt von 1‰, also von 1 l in 1000 l Luft als die Grenze des Zulässigen an, wenn nicht besondere Gründe vorliegen, eine ausgibigere Verdünnung zu verlangen, wie z. B. in Krankensälen, gewissen Werkstätten. Wenn wir 1‰ als Grenze annehmen, dann beträgt der stündliche Luftbedarf des Erwachsenen nur mehr 32—38 cbm; je nach dem Kohlensäuregehalte der Frischluft. Man darf sich aber nicht verhehlen, daß *diese neue* Grenze ziemlich willkürlich gezogen ist.

## Luftraum.

Auch ohne besondere Ventilationseinrichtungen erneuert sich die Luft in einem Raume durch die vorhandenen zahlreichen kleinen Öffnungen und infolge der Wärmeunterschiede im allgemeinen mehr als einmal in der Stunde. Demnach braucht man auf Grund der Grenzzahl 0,7 pro Mille nicht für jeden Menschen gerade 60 cbm Raum zu verlangen, das wäre schon eine sehr geräumige Wohnung. Wenn man annimmt, daß sich die Luft in der Stunde zweimal erneuert, brauchen wir für einen Erwachsenen nur einen Raum von 30 cbm; erneuert sie sich dreimal pro Stunde, so genügt es, wenn ein Raum von 20 cbm zur Verfügung steht. In Kasernen und solchen Anstalten, wo man von vornherein den Raum für die Belegung berechnet, pflegt man 20 cbm Raum als das Minimum anzusehen. Auch wenn man die höhere Grenzzahl von 1 pro Mille zu Grunde legt, sollte man kaum weniger als 20 cbm Wohnraum auf den Erwachsenen fordern, da ohne künstliche Lüftung auf eine stündlich dreimalige Erneuerung der Luft in unseren Wohnräumen durchaus nicht sicher zu rechnen ist. Aber leider ist selbst dieses Minimum in Wirklichkeit in den Wohnungen unserer Großstädte, beispielsweise auch in der Stadt München, bei weitem nicht überall erreicht. In München ist darüber bis jetzt allerdings nicht Genaues bekannt, aber anderwärts sind sogen. Wohnungs-Enquêten durchgeführt, welche einen genaueren Einblick erlauben. Hoffen wir, daß in München eine solche auch ins Leben tritt.*) Bis jetzt erfahren wir allerdings aus der Volkszählungsstatistik die Zahl der Zimmer und die Zahl ihrer Bewohner und schon dadurch erhalten wir ein betrübendes Bild unserer Wohnungszustände, aber die Größe der Zimmer, das Maß des verfügbaren Luftraumes, erfahren

*) Die damals ausgesprochene Hoffnung hat sich leider nicht erfüllt. Nachdem von Seite des Staatsministeriums die bezügliche Anregung an die Stadtgemeinde ausgegangen und Mittel zur Durchführung einer Wohnungs-Enquête genehmigt waren, nachdem der Magistrat in eingehenden Beratungen unter Zuziehung von Autoritäten wie v. Pettenkofer, v. Ziemßen u. s. w. die Notwendigkeit einer genauen Feststellung der Verhältnisse konstatiert und die nähere Art der Durchführung festgestellt hatte, scheiterte schließlich der ganze, für die hygienischen Verhältnisse der Münchener Bevölkerung wichtige Plan an dem ablehnenden Verhalten des Kollegiums der Gemeindebevollmächtigten.

wir nicht und das wäre vom hygienischen Standpunkt aus gerade das wichtigste. Was hilft z. B. eine Wohnung mit drei Zimmern und sechs Bewohnern, wobei allerdings rechnerisch keine Überfüllung herauskommt, wenn die Zimmer vielleicht so klein sind, daß jedes dem Luftraume nach eigentlich nur für eine einzige Person genügen würde?

## Natürlicher Luftwechsel.

Nun fragt es sich, wie geht die Lufterneuerung im Hause vor sich? Wir sind auf die Lufterneuerung angewiesen, da der Mensch 60 cbm frische Luft stündlich für sich braucht, während wir zufrieden sein dürfen, wenn nur wenigstens 20 cbm Luftraum zur Verfügung sind. Es muß also eine Erneuerung der Luft stattfinden, es muß eine natürliche Lüftung eintreten. Nun haben wir für diese natürliche Lufterneuerung im Hause und in der Wohnung hauptsächlich, außer etwaigen Windströmungen, nur die Wirkung der Temperaturverschiedenheiten. Davon habe ich schon gesprochen. Wir haben gesehen, wie in einem Kamin, in dem sich warme Luft befindet, diese aufsteigt, während die kalte Luft niedersinkt. Genau so verhält es sich im Hause auch.

Wenn das Haus im Innern wärmer ist als die umgebende Luft, so muß innen im Hause fortgesetzt ein aufsteigende Luftströmung stattfinden da oben warme Luft abströmt und infolgedessen die kältere Außenluft überall unten durch die Ritzen der Fenster und Türen hereindrückt. Der aufsteigende Luftstrom bewegt sich nicht allein durchs Stiegenhaus empor. Wie man gefunden hat, geht in den gewöhnlichen Häusern in der Hauptsache die Lufterneuerung in den einzelnen Stockwerken durch die Zwischenböden vor sich, also vom unteren Stockwerk durch die Decke und den Stubenboden hinauf ins obere Stockwerk. Das ist ein Hauptgrund, warum wir auf eine gute und reine Beschaffenheit der Zwischenböden achten müssen, damit die Luft nicht noch unreiner wird, als sie ohnehin schon ist. Auch erscheint das als ein Hauptgrund, warum wir von hygienischer Seite gegen die großen Häuser sein müssen, weil dort die verbrauchte Luft von den unteren Stockwerken in die oberen Stockwerke hinaufgeht, und auch die Luft im Korridor und im Stiegenhaus, welche die oberen Stockwerke mit versorgt, unmöglich rein bleiben kann. Das sind wichtige Gesichtspunkte, welche die kleinen *Häuser viel* empfehlenswerter erscheinen lassen.

Beim Thema der Lufterneuerung kommen wir auch auf die Frage: soll man im Winter im ungeheizten Zimmer schlafen oder nicht? Nach dem, was wir eben gehört, vollzieht sich der natürliche Luftwechsel nur dann, wenn es innen wesentlich wärmer ist als außen. In einem Zimmer, in dem nicht geheizt ist, ist der Luftwechsel daher ein sehr geringer. Deshalb war Pettenkofer nie für das Schlafen in ungeheizten Zimmern, vorausgesetzt, daß man die Mittel zum Heizen hat. Ist das Schlafzimmer ungeheizt und die Türe zum geheizten Wohnzimmer geöffnet, so wird allerdings ein Luftaustausch zwischen den beiden Zimmern stattfinden. Aber dieser hat dann sehr häufig die schädliche Folge, daß sich aus der Wohnzimmerluft bei der Abkühlung im Schlafzimmer Wasserdampf niederschlägt, die Schlafzimmerluft zu feucht wird und dumpfigen Geruch annimmt.

Empfehlenswerter ist das Schlafen bei offenem Fenster. Am besten macht man's so, daß man das Schlafzimmer gut anheizt, so daß die Wände und Möbel gut durchgewärmt sind und nun einen Klappflügel oder einen Spalt am Fenster nicht allzuweit öffnet. Man erhält so eine ausgibigere Erneuerung mit reiner Luft und macht das Zimmer doch nicht so kalt, daß eine Erkältung zu befürchten wäre. Bei ganz offenem Fenster in ungeheiztem Zimmer zur Winterszeit zu schlafen, halte ich für nicht ungefährlich; selbst für den gesunden Erwachsenen. In der Nacht, wenn der Mensch schläft, sind die Wärmeregulations-Einrichtungen nicht recht im Gang, sie schlafen ebenfalls, und man kann sich daher, wenn man sich zufällig abdeckt, viel leichter erkälten als bei Tag. Ich glaube, daß die Abhärtung auf die Tageszeit und nicht auf die Nachtzeit zu verlegen ist.

Wie verhält sich's nun, wenn keine Temperaturverschiedenheit zwischen der Luft im Hause und der äußeren Luft vorhanden ist, also in den Übergangsjahreszeiten? Da kann eben eine natürliche Lüftung im Innern des Hauses nur stattfinden, insofern durch den Winddruck Luftmassen in das Haus gepreßt werden. Das ist manchmal sehr viel, häufig fast nichts. Wir müssen dann untertags soviel wie möglich die Fenster öffnen.

## Künstliche Ventilation.

Die natürliche Lüftung, von der wir bis jetzt gesprochen haben, soll für unsere Wohnungen in der Regel ausreichen

Die Wohnungen sollen so geräumig sein, daß die Lufterneuerung infolge der Temperaturverschiedenheit und des Winddruckes und durch das Öffnen der Fenster genügt. Etwas anderes aber ist es in dem Falle, wo viele Menschen beisammen sind, also in Schulen, dann in Fabriken und schließlich auch in Gefängnissen u. s. w. Da muß in der Regel künstlich gelüftet werden. Man nennt diese künstliche Lüftung gewöhnlich Ventilation. Es gibt hauptsächlich zweierlei Wege, um die Luft in den Räumen künstlich zu erneuern. Einerseits kann das geschehen auf dem Wege des Absaugens. Sehr häufig sieht man in großen Räumen, daß irgendwo ein Schlot angebracht ist, in dem sich vielleicht eine Flamme befindet, so daß die erhitzte Luft aufsteigt und dadurch andere Luft aus dem Saale mit hinausgezogen wird. Die andere Möglichkeit, um die Luft künstlich zu erneuern, ist das Einpressen von frischer Luft in die Räume. Man könnte meinen, diese beiden Wege seien gleichwertig und es mache keinen Unterschied, ob man die Luft absaugt, oder ob man die Luft einpreßt. In der Theorie ist es allerdings gleich, aber nicht immer in der Wirklichkeit. Wenn man die Luft absaugt, weiß man nicht so sicher, von wo die frische Luft, welche an Stelle der abgesaugten treten muß, herkommt; wenn sie von außen, aus dem Freien kommt, ist sie ja in der Regel ganz gut; aber wenn sie vom Korridor oder von den unten gelegenen Stockwerken kommt, ist sie nicht so gut. Wenn man dagegen die Luft in den Raum hineinpreßt, kann man sie zuverlässig aus dem Freien nehmen, und deswegen müssen wir dem Einpressungsverfahren den Vorzug erteilen.

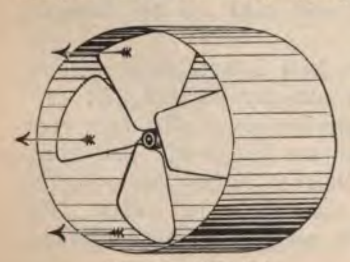


Fig. 21. Windflügel.

Die Mittel, die man heutzutage verwendet, um die Luft in Bewegung zu setzen, sind bekannt. Namentlich verwendet man Windflügel, die an einer Axe in schräger Stellung befestigt, bei Drehung derselben einen Luftstrom erzeugen, indem sie auf die Luft schlagen und dieselbe dadurch vorwärts treiben. Wenn ein solcher drehbarer Windflügel in einem Luftkanal angebracht ist, kann man die Luft *in Bewegung* setzen und in einen Raum einpressen.

Ebenso kann man Luftbewegung in einem Luftrohr erzeugen und die Luft zum Strömen bringen durch Brauseventilatoren, die sehr viel in Gebrauch sind. Das Wasser einer unter hohem Druck stehenden Wasserleitung wird mittels einer zweckmäßig konstruierten Düse in kegelförmig fein verteilte Strahlen ausströmen gelassen, wodurch die Luft im Rohr im Sinne der Strahlrichtung mitgerissen wird und daher in Bewegung kommt (Fig. 22).

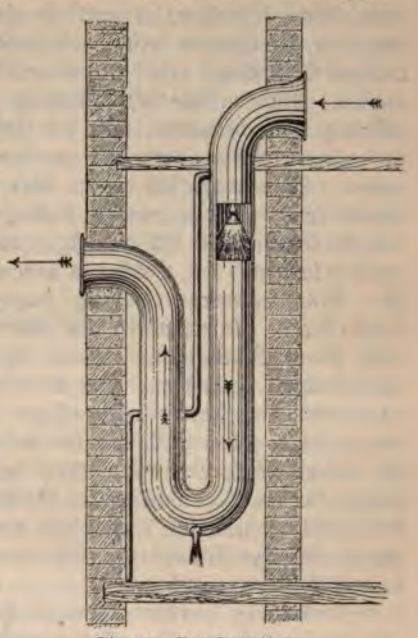


Fig 22. Brauseventilation.

In allen solchen Fällen handelt es sich nun nicht bloß darum, daß man überhaupt ventiliert, sondern stets darum, ob die richtige Größe der Ventilationsleistung wirklich erreicht wird. Den Luftbedarf des einzelnen Erwachsenen kennen wir ja und vermögen demnach in jedem Falle den Gesamtluftbedarf leicht zu berechnen. Es muß also nur noch festgestellt werden, ob uns in einem bestimmten Falle die vorhandenen Ventilationseinrichtungen tatsächlich diesen erforderlichen Bedarf liefern. Wir müssen, um uns darüber klar zu werden, die Luftförderung in den Ventilationskanälen messen können, und dazu bedienen wir uns der sog. Anemometer (Fig. 23), kleiner mit einem Zählwerk verbundener Windrädchen, von denen ich schon bei einer früheren Gelegenheit gesprochen habe, und die zum Zweck der Beobachtung in den Luftstrom hineingehalten werden. Ein

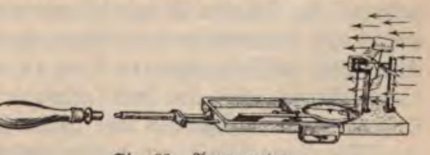


Fig. 23. Anemometer.

solches Instrument muß vor seiner Anwendung geaicht werden und gestattet dann die in einem Luftkanal geförderte Menge von frischer Luft aufs genaueste zu messen. Wir können also dann leicht feststellen, wieviel in einem bestimmten Falle die künstliche Ventilation leistet, ob dieselbe genügt oder ob etwa weitere Windflügel resp. Brauseventilatoren angebracht werden müssen. Nun möchte ich schließlich bei diesem Abschnitt über Lüftung noch bemerken, daß die Luftbeschaffenheit sehr häufig in anderer Weise verbessert werden kann als durch Ventilation. Man muß sich immer über die Ursachen der Luftverschlechterung klar zu werden suchen und darf nicht vergessen, daß die Ventilation sich nur gegen diejenige Luftverunreinigung wenden kann und soll, welcher in anderer Weise nicht beizukommen ist. Eine Luftverunreinigung dagegen, welche beispielsweise durch direkte Unreinlichkeit im Hause erzeugt wird, soll man nicht durch Ventilation, sondern einfach durch Beseitigung der Unreinlichkeit bekämpfen. Die Reinlichkeitspflege im Hause und namentlich die Hautpflege tragen also zur Luftverbesserung, wie ich schon gelegentlich erwähnt habe, wesentlich bei. Namentlich macht sich z. B. in Kasernen die Einführung von Brausebädern für die Mannschaften in Verbesserung der Luftbeschaffenheit auffällig geltend. Dann sind auch die Beleuchtungseinrichtungen hier zu erwähnen. Schlechte Lampen können die Luft sehr übelriechend machen.

Noch einen hierher gehörigen Punkt möchte ich erwähnen, der wenig bekannt ist, aber ziemlich häufig vorkommt. In Räumen, wo mit eisernen Öfen geheizt wird oder namentlich in solchen Häusern, wo Luftheizung eingerichtet ist, wird nicht selten über eine trockene und kratzende Beschaffenheit der Luft geklagt. In Schulen ist das besonders häufig der Fall, weil die Lehrer und Lehrerinnen ihre Stimmorgane sehr anstrengen müssen. Aber auch in Privathäusern kann es vorkommen, daß man in einem Raume, wo ein stark geheizter eiserner Ofen steht, bei längerem lautem Sprechen eine hartnäckige Heiserkeit sich zuzieht.

Die Hauptschuld an diesen üblen Wirkungen trägt nicht eigentlich die Trockenheit der Luft Trockenheit der Luft kann ja nebenbei auch im Spiele sein, aber die unangenehme Luftbeschaffenheit hängt eigentlich mit anderem zusammen, namentlich damit, daß bei eisernen Öfen leicht eine zu große Erhitzung der Oberfläche stattfindet. Sowie nun die Eisenteile zu heiß werden,

erfahren die in der Luft schwebenden, mit den Ofenflächen in Berührung kommenden Staubteilchen eine Art von Röstung; sie verbrennen nicht vollständig, aber es bilden sich sogen. brenzliche Produkte, und dadurch bekommt die Luft diese kratzende Beschaffenheit. Das kann sowohl bei Zentralluftheizungen, als bei eisernen Zimmeröfen eintreten. Man soll daher überall, namentlich bei Zentralluftheizungen, den Staub in der zugeführten Frischluft möglichst ausschalten und die Heizflächen fleißig abstauben, und namentlich soll auch die überstarke Erhitzung der Eisenflächen vermieden werden. In Wohnungen hatte man früher nur Tonöfen, welche derartige unangenehme Wirkungen nicht besitzen; auch bei eisernen Öfen sind dieselben bei großer Vorsicht wohl zu vermeiden.

## Wasserversorgung.

Wir haben den Bedarf des Menschen an Luft und sein Verhalten zur Wärme schon genügend berücksichtigt. Nun kommt aber noch ein weiteres, für den Menschen unbedingt notwendiges Lebensbedürfnis, und das ist das Wasser. Die Versorgung mit gutem und reichlichem Trink- und Hausbrauchwasser ist eine der dringendsten Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege, denn durch schlechtes Wasser können die Keime mehrerer höchst gefährlicher Krankheiten wie Typhus und Cholera verbreitet werden und nur durch genügende Wasserversorgung kann die nötige Reinlichkeitspflege gewährleistet werden. Außerdem kann auch nur bei einer reichlichen Wasserversorgung daran gedacht werden, Kanalisation und Abschwemmung aller Unreinigkeiten einzuführen, wie wir sie beispielsweise jetzt in München haben.

Vor allem brauchen wir das Wasser als Trinkwasser und in dieser Beziehung muß man von vornherein gewisse Anforderungen an seine äußere Beschaffenheit stellen. Man kann verlangen, daß das Trinkwasser klar und geruchlos sei, auch keinen hervorstechenden Geschmack habe, und dann auch, daß es farblos sei. Das Wasser besitzt eine gewisse natürliche Farbe. Man hört darüber oft die verschiedensten Meinungen äußern, weil bekanntlich die klaren Gebirgsseen verschiedene Farben zeigen. Die eigentliche Farbe des Wassers ist aber blau; das reinste Wasser, z. B. der Achensee, ist blau. Je mehr aber das Wasser organische Bestandteile enthält, umsomehr ändert sich die reine blaue Farbe in einen grünlichen Farbenton. Di-

kommt also nicht davon her, weil etwa der Untergrund des Wassers grün ist. Wenn noch mehr von gewissen organischen Bestandteilen im Wasser ist, wird dasselbe gelblich, zuletzt bräunlich, und das ist der Fall beim Moorwasser. Das gelblich bräunliche Wasser des Staffelsees bietet hierfür ein bekanntes Beispiel. Überhaupt zeigen Seen, die in moorigen Gegenden liegen, einen hohen Gehalt an organischen Stoffen. Ganz reines Wasser ist bläulich, muß aber in einer Schicht von $1^1/_2$ m noch absolut farblos sein.

Ferner muß das Wasser auch — und das kann man unbedingt verlangen — geruchlos sein. Bei Pumpbrunnen kann man oft die Beobachtung machen, daß das Wasser einen unangenehmen Geruch zeigt; dies ist dann stets sehr unappetitlich. Sehr häufig rührt aber dieser Übelstand nur von ungenügender Benutzung oder Instandhaltung des Brunnens her und kann dann leicht beseitigt werden, während er in anderen Fällen allerdings mit bedenklichen Zuflüssen von Jauche und dergl. zusammenhängt.

Man muß auch an die Temperatur des Trinkwassers bestimmte Anforderungen stellen, doch sind dieselben beschränkt. Beispielsweise kann man in einer Gegend wie München nicht verlangen, daß das Wasser so frisch sei, wie das Quellwasser mitten im Gebirge. Trinkwasser sollte nicht weniger als etwa 6° und nicht mehr als etwa 14° C. haben. Kälteres Wasser wird leicht dem Magen schädlich, wärmeres erfrischt nicht genug.

Das Wasser enthält auch in reinem Zustande verschiedene feste chemische Bestandteile gelöst und damit hängt zum Teil sein Wohlgeschmack zusammen. Absolut reines destilliertes Wasser würde uns nicht munden. Ferner nimmt man gewöhnlich an, daß das Wasser, um wohlschmeckend zu sein, auch gewisse Mengen von Gasen gelöst enthalten müsse. Wir können uns davon jederzeit überzeugen, daß unser Trinkwasser Gas enthält; wenn wir dasselbe bis zum Siedepunkt erhitzen, scheiden sich die Gase vollständig aus und es zeigt sich, daß in einem Liter guten wohlschmeckenden Wassers in der Regel 60—80 ccm Gas gelöst sind. Dieses Gas besteht aus Sauerstoff, Stickstoff, namentlich aber aus Kohlensäure, und gerade letztere soll wertvoll sein für den guten Geschmack des Quellwassers.

Das Wasser nimmt diese Kohlensäure im Boden in sich auf. Die Bodenluft enthält viel mehr Kohlensäure als die

freie Atmosphäre, und das hängt zusammen mit den Zersetzungsvorgängen, welche im Boden durch die niederen Pilze bedingt werden. Gegenüber dem Kohlensäuregehalt des Quellwassers tritt sein Gehalt an Sauerstoff meist sehr zurück. Daher kommt es, daß wenn man Quellwasser wie es gerade aus dem Erdboden herauskommt — und gerade solche Quellen, die besonders frisch sind, enthalten viel Kohlensäure — benützen wollte, um mit ihm Fischzucht zu treiben, wenn man ganz junge Fischbrut in solches Wasser aussetzen wollte, dies nicht förderlich sein würde, denn das Wasser enthält zu viel Kohlensäure und zu wenig Sauerstoff und das schadet den Tierchen.

Im übrigen ist der Kohlensäuregehalt des Wassers noch insofern von Einfluß, als kohlensäurereiches Wasser sehr geeignet ist, viel Kalk aus den Gesteinen aufzulösen und dadurch, wie man sagt, einen bedeutenden Härtegrad zu erlangen. Das Münchener Leitungsquellwasser ist leider ziemlich hart. Wenn wir es zum Kochen bringen, gibt es einen sehr bedeutenden Absatz von Kalk, der nicht als angenehm bezeichnet werden kann. Aber auf unserer Hochebene, wo wir auf lauter Kalkgeröll leben, läßt sich das kaum ändern, wenigstens nicht, wenn wir Quellwasser haben wollen. Es wäre an und für sich wünschenswert, wenn das Wasser in München nicht so kalkhaltig wäre. Das Starnbergersee-Wasser ist bei weitem nicht so hart. Während das Münchener Mangfall-Leitungswasser 15—17 deutsche Härtegrade besitzt, zeigt das Wasser aus dem Starnberger See nur 8—10 Härtegrade. Das Isarwasser enthält, wie alle Flußwässer, viel weniger Kalk aufgelöst und hat deshalb nur 7—8 Härtegrade. Es wäre nicht so ganz undenkbar, daß man in München in späterer Zukunft einmal das Wasser des Starnberger Sees benützt, wenn es notwendig wird, die Wasserversorgung bedeutend zu erweitern. Wenn das Wasser aus großen Seen in einer gewissen Tiefe entnommen wird, dann ist es klar und zugleich von niedriger Temperatur und in manchen Fällen ganz rein und hygienisch unbedenklich. In St. Gallen beispielsweise beziehen die Bewohner in neuerer Zeit ihr Wasser zur größten Zufriedenheit aus dem Bodensee.

Im allgemeinen aber ist es das Richtige nur solches Wasser zu verwenden, welches genügend hohe Erdbodenschichten passiert hat, bevor es als Quelle zu Tage tritt oder künstlich mit Hilfe von Pumpvorrichtungen emporgeholt wird. Der-

nur bei solchem Wasser sind wir im allgemeinen sicher, daß es einen ausreichenden Reinigungsprozeß durchgemacht hat.

## Reinigung des Wassers im Boden.

Indem die Niederschläge (Regen, Schnee, Hagel u. s. w.) auf die Oberfläche der Erde fallen, wird das Wasser dort zunächst mehr oder weniger stark verunreinigt, nimmt es die verschiedensten unlöslichen festen Partikelchen und löslichen anorganischen und organischen Substanzen aus tierischen und pflanzlichen Resten in sich auf. In diesem verunreinigten Zustand dringt es in die Erde hinein, um hier in der obersten Schicht, in der häufig allerlei Abfall liegt, zunächst vielleicht noch stärker verunreinigt zu werden. Aber je tiefer das Wasser in den Boden hinabdringt, um so reiner pflegt es zu werden. Der Boden besitzt nämlich die Fähigkeit, den größten Teil der im Wasser gelösten Stoffe, und zwar namentlich die organischen Substanzen, in sich aufzunehmen und zurückzuhalten. Wir können dies durch einen einfachen Versuch nachweisen, indem wir eine weite Glasröhre, mit Bodenmaterial gefüllt, mit einem Drahtnetz verschlossen, senkrecht aufstellen und oben Wasser, das reich ist an organischen Substanzen, aufgießen (Fig. 24). Es zeigt sich, daß z. B. aus verdünntem Blut, aus Pflanzenaufgüssen u. s. w., die wir durch den Boden hindurchfiltrieren, der allergrößte Teil der organischen Substanzen im Boden zurückbleibt, so daß unten ein ziemlich gereinigtes Wasser zum Abfluß gelangt. Natürlich richtet sich die Ausgibigkeit dieser Wirkung nach der Höhe der Bodenschicht.



Fig. 24. Bodenröhre.

Die organischen Stoffe werden im Boden nicht einfach *zurückgehalten* und unverändert aufgestapelt, sondern es setzt nun

in zweckmäßigster Weise die Wirkung der niederen Pilze ein, welche dahin gerichtet ist, die abgelagerten Substanzen zu zersetzen und sie schließlich in Kohlensäure, Wasser und Salpetersäure umzuwandeln. Und diese Endprodukte der Zersetzung bleiben dann auch nicht dauernd im Boden stecken, sondern sie gehen teils in die Luft, teils durch die Wurzeln in die grünen Pflanzen, teils in das durchsickernde Wasser über. So reinigt sich der Boden von selbst, und so reinigt er auch das durch ihn hindurchtretende Wasser.

Von den eben erwähnten Endprodukten der Zersetzung geht insbesondere die Salpetersäure ins Wasser über. (Die Salpetersäure enthält den Stickstoff der organischen Substanzen.) Wenn also ein Wasser viel Salpetersäure enthält, so ist dies zwar weder schädlich noch gefährlich; man erkennt aber daraus, daß das betreffende Wasser einen stärker verunreinigten Boden passiert haben muß, und solches Wasser ist dann gerade nicht appetitlich zu nennen. Beispielsweise in München haben wir dem rechtsseitigen Ufer der Isar entlang eine Menge Quellen (in Giesing am Nockherberg, in den Maximilians-anlagen, in Brunntal u. s. w.), die jetzt ziemlich stark salpeterhaltiges Wasser führen. Man hatte diese Quellen schon früher zu verschiedenen Zeiträumen chemisch untersucht, und da stellt es sich denn heraus, daß der Gehalt an Salpetersäure entsprechend der Ausbreitung der Stadt auf dem rechtsseitigen Isarufer und der damit verbundenen Bodenverunreinigung immer mehr zugenommen hat.

Ebenso wie das Wasser auf dem angegebenen Wege im Boden von den teilweise unappetitlichen oder schädlichen gelösten Stoffen organischer und anorganischer Natur befreit wird, erfährt es auch eine rasch fortschreitende Reinigung von den in ihm aufgeschwemmten festen Partikelchen; es wird im Boden geklärt, filtriert. Selbst die feinsten Teilchen, wie einzelne Mikrobienkeime werden im Boden zurückgehalten, so daß das Wasser, das sich in der Tiefe eines porösen Bodens auf der obersten undurchlässigen Schicht ansammelt und das man als „Grundwasser" bezeichnet, zuletzt sogar vollkommen keimfrei ist; es enthält keine Bakterien mehr, denn dieselben sind im Boden zurück geblieben. Man hat sich überzeugt, daß selbst inmitten von Großstädten, wie Berlin, das Grundwasser fast oder ganz frei angetroffen wird von lebenden Bakterien. Dies ist nun das Wichtigste. Wir sollen, wenn möglich, nur solches

Wasser verwenden, welches durch die natürliche Filtration im Erdboden keimfrei geworden ist; denn ein Wasser, das frei von allen Keimen ist, kann natürlich auch keine Infektionsstoffe enthalten. Ob es sich dabei um Quell- oder um Brunnenwasser handelt ist verhältnismäßig gleichgültig, denn Grund- und Quellwasser sind eigentlich das nämliche. Unter Quelle versteht man ein infolge der Bodengestaltung von selbst ausfließendes Grundwasser. Freilich kommt es dann auch noch darauf an, das reine Wasser ohne Verunreinigung aus dem Boden heraus ins Haus bezw. in den Mund zu bekommen. Die Quelle muß richtig gefaßt, der Brunnen gut konstruiert werden, sonst können im letzten Momente wieder die gefährlichsten Stoffe und Keime in das Wasser hineinkommen. Daran fehlt's leider sehr häufig. Namentlich die gewöhnlichen Pumpbrunnen auf dem Lande, mit ihrem weiten, schlecht verwahrten Schachte können die größten Gesundheitsgefahren darbieten, da bei unvorsichtigem Gebahren am Brunnen oder bei stärkeren Niederschlägen die bedenklichsten Abfallstoffe direkt von oben in sie hineingespült werden können. Durch gute Einrichtungen, dichte Eindeckungen u. s. w. lassen sich diese Gefahren vermeiden. Viel sicherer aber als diese alten Schachtbrunnen sind die sogen. Rammbrunnen, welche in der Weise konstruiert werden, daß man ein eisernes, unten zugespitztes und hier siebartig durchbrochenes Rohr in den Boden bis zur wasserführenden Schicht eintreibt. Mittels eines solchen Rammbrunnens kann man das Grundwasser vollkommen frei von jeder äußeren Verunreinigung entnehmen.

### Entfernung der Abfallstoffe, Bodenverunreinigung und Typhus.

Ebenso notwendig wie eine gute Wasserversorgung ist für gesundes Wohnen die sorgfältige Einsammlung und Entfernung aller Schmutzwässer und Abfallstoffe. Wenn die Einrichtungen hierfür unvollkommen sind oder nicht mit Sorgfalt gebraucht werden, wird nicht allein die Luft des Hauses durch die bei der Fäulnis und Zersetzung dieser Stoffe sich bildenden Ausdünstungen verpestet. Viel schlimmer ist es, daß bei vielen Infektionskrankheiten die festen und flüssigen Ausscheidungen der Kranken, ihr Mundauswurf, ihre Exkremente und ihr Harn, die Teilchen ihrer Oberhaut, die beim Baden und Waschen

abgestoßen und abgeschwemmt werden, Ansteckungskeime enthalten, die dann, wenn das Haus und seine Umgebung mit diesen Dingen verschmutzt wird, auf den verschiedensten Wegen sehr leicht wieder auf Gesunde übertragen werden können. Die Luft, das Wasser, die Nahrungsmittel, verunreinigte Hände und Kleider u. a. können dann als Überträger dienen. Insbesondere muß hervorhoben werden, daß die Abgänge der Typhus- und Cholerakranken die Erreger dieser Krankheiten in großen Massen enthalten. Und diese Erreger können sich dann sogar noch, wenn sie auf einen geeigneten Nährboden gelangen, z. B. auf Fleisch, Milch, auf manche vegetabilischen Nahrungsmittel und Küchenabfälle, auf den mit Blut und anderen tierischen Flüssigkeiten verunreinigten Erdboden an Schlachtstätten, noch weiter üppig vermehren, wodurch die Gefahr der Ansteckung natürlich noch ums vielfache vergrößert wird. Ferner zeigen uns wichtige Tatsachen, auf die der große Pettenkofer namentlich unser Augenmerk gelenkt hat, daß ein mit Abfallstoffen überladener Erdboden an sich in irgend welcher Weise das Auftreten und die Ausbreitung einzelner Infektionskrankheiten, insbesondere des Typhus begünstigt. Das Selbstreinigungsvermögen des Bodens, von dem wir im vorigen Abschnitt gesprochen haben, hat nämlich gewisse Grenzen. Werden ihm zu große Mengen von Unreinigkeiten zugemutet, so vermag er sie nicht mehr zu verdauen; er verjaucht und versumpft, und in Ortschaften mit solchem verjauchten Boden gedeiht dann der Typhus besonders gut.

Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts hinein hat man keine Ahnung von der Wichtigkeit der Reinhaltung des Bodens der Städte gehabt und ist man mit den Abfallstoffen überhaupt viel zu leichtsinnig umgegangen. Kein Wunder, daß unter solchen Umständen der Typhus ständig Verheerungen anrichtete, so besonders in München. Daran war man so gewöhnt, daß man nicht glaubte, hierin etwas ändern zu können. Es schien eine Einrichtung der Natur zu sein, daß solche Krankheiten existieren müssen. Aber glücklicherweise haben sich da erleuchtete Geister gefunden, die erkannten, daß so etwas nicht unbedingt notwendig sein könne, sondern daß die Menschen es sind, welche große Fehler machen, indem sie die Naturbedingungen nicht richtig einhalten.

Es ist Pettenkofers unsterbliches Verdienst um München, daß man auch hier endlich so weit kam, einzusehen, wie die Ver-

unreinigung des Hauses und des Bodens gründlich beseitigt, namentlich die früher allgemein üblichen Abortgruben ganz aufgehoben werden müssen. Dann hat man die alten Kanäle verbessert und neue zu bauen begonnen, um allen Schmutz und Unrat so schnell als möglich aus der Stadt hinauszubringen; man hat eine vortreffliche Wasserversorgung eingerichtet, die zur Durchführung einer guten Kanalisation notwendig und für die Reinhaltung der Häuser so wichtig ist. Und endlich hat man hier in München wie anderwärts auch eingesehen, daß durch die vielen Einzelschlächtereien in der Stadt der Boden bis dahin auf unerhörte Weise verunreinigt wurde. Man hat deshalb ein

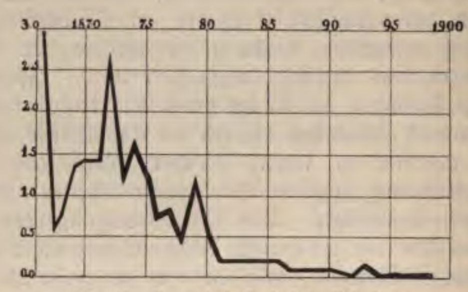



Fig. 25. Kurve des Typhus in München.

Zentralschlachthaus mit Schlachthauszwang errichtet. Dadurch sind in München im Jahre 1879 mit einem Schlage über 600 einzelne Schlachtstellen verschwunden.

Der Erfolg aller dieser hygienischen Verbesserungen für die Sterblichkeit der Münchener Bevölkerung ist, wie Sie aus der Kurve des Verlaufes der Typhusvorkommnisse ersehen, ein wahrhaft großartiger zu nennen. In den fünfziger und sechziger Jahren mußte man noch rechnen, daß von 100000 Einwohnern durchschnittlich 200 bis 300 jährlich an Typhus verstarben, während in den letzten Jahren in der ganzen Stadt überhaupt nur zehn bis zwölf Todesfälle an Typhus vorkamen; es bleiben also, auf die gegenwärtige Volkszahl Münchens berechnet, jährlich über 1000 Menschenleben erhalten, die nach den Sterblichkeitsverhältnissen früherer Zeiten zu Verlust gehen würden. Manche von Ihnen werden sich auch noch erinnern, daß es keineswegs *vorwiegend* die alten gebrechlichen Leute waren, die an Typhus

starben, sondern es waren gerade hoffnungsvolle junge Leute, Studenten, Soldaten u. s. w., überhaupt solche Personen, die von auswärts kamen, die nicht in München geboren und aufgewachsen waren.

Seit 1881 ist der Typhus als endemische Krankheit in München so gut als erloschen. Aber im Frühjahr 1893 ereignete sich beim Infanterie-Leibregiment aus nicht genügend klar gewordenen Ursachen eine Typhusepidemie, die glücklicherweise auf dieses Regiment beschränkt blieb. Damals hat sich in der Bevölkerung eine gewisse Erregung geltend gemacht, während früher, als so viele Menschen jahraus jahrein das Leben lassen mußten wegen des herrschenden Typhus, sich kein Mensch den Kopf zerbrochen hat. Daraus kann man sehr deutlich den ungeheuern Gegensatz zwischen der früheren und der jetzigen Zeit erkennen.

## 7. Vortrag.

Gärung, Fäulnis, Verwesung. Urzeugung. Die niederen Pilze. Schimmelpilze. Fäulnis des Obstes. Verschimmeln. Vermoderung. Insekten- und Pflanzenkrankheiten. Hefepilze. Alkoholische Gärung. Alkoholhaltige Getränke. Alkoholismus. Spaltpilze oder Bakterien. Fleischfäulnis. Milchsäuregärung. Kreislauf des organischen Lebens.

Sobald Tiere oder Pflanzen abgestorben sind, fallen ihre Bestandteile in der Regel einem Zersetzungsprozeß anheim, den man je nach den dabei auftretenden Erscheinungen als Gärung oder Fäulnis oder Verwesung zu bezeichnen pflegt. Diese Vorgänge, die sich mit fast absoluter Sicherheit stets vollziehen, haben seit jeher die Aufmerksamkeit denkender Beobachter auf sich gezogen. Man glaubte nämlich in ihnen einen Nachklang der Lebensvorgänge zu verspüren, gleichsam ein letztes Aufflackern der Lebenskraft, bevor der Stoff endgültig der toten mineralischen Natur zurückgegeben wird. Und diese geheimnisvolle mystische Deutung blieb noch lange in Kraft, trotzdem Leuwenhoeck bereit 1675 mit seinem verbesserten Mikroskop das regelmäßige Vorkommen winziger Lebewesen in den gärenden und faulenden Aufgüssen tierischer und pflanzlicher Reste nachgewiesen hatte. Man konnte sich nicht dazu entschließen, diese Kleinlebewesen oder Mikroorganismen, wie wir jetzt gewöhnlich sagen, als die Ursache der Zersetzungen anzusehen. Sondern man glaubte eher an das Stattfinden einer sogenannten „Urzeugung", d. h. an einen Vorgang, wobei aus den kleinsten Teilchen der früher belebten Materie bei eintretender Zersetzung von selbst neue Organismen, zunächst eben jene Kleinlebewesen, sich erzeugen sollten.

Eigentlich war es eine ganz richtige Vorstellung, anzunehmen, daß beim Tode des Gesamtorganismus das Leben *der einzelnen* Teile desselben nicht sofort völlig erloschen sein

könne. Irrig blieb nur der Versuch, Gärung und Fäulnis und das Auftreten von Mikroorganismen hieraus zu erklären. Es dauerte aber lange, bis diese wichtige Frage durch wissenschaftliche Experimente ganz klar entschieden war. Selbst als der Konservenfabrikant Appert in Paris auftrat und durch den Erfolg bewies, daß Fleisch in verlöteten Blechbüchsen eingeschlossen nach gründlichem Erhitzen sich dauernd unverändert und unzersetzt aufbewahren ließe, zweifelten noch viele an der richtigen Deutung dieser Tatsache. Auf die Autorität des berühmten Chemikers Gay-Lussac gestützt, meinte man nämlich, nicht der Ausschluß von Mikroorganismen sei an diesem Erfolge schuld, sondern der Mangel des Sauerstoffs in den verlöteten Büchsen, indem der Sauerstoff als eigentliche Ursache von Gärung und Fäulnis betrachtet werden müsse.

Es wurde schon bei einer früheren Gelegenheit darauf hingewiesen*), wie schließlich erst durch Pasteurs geistreiche und überzeugende Versuche in den fünfziger und sechziger Jahren dieses Jahrhunderts volle Klarheit in diese Verhältnisse gekommen ist. Der Ruhm Pasteurs als eines der größten geistigen Wohltäter der Menschheit ist gerade hierdurch begründet; denn alle die späteren folgenreichen Entdeckungen über krankheitserregende Kleinlebewesen sind in letzter Linie auf demselben wissenschaftlichen Wege gefunden, den Pasteur damals zuerst eröffnet hat.

Vor allem lehrte Pasteur die mikroskopischen Hefepilze, welche in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, im Traubensaft, Bierwürze u. s. w. die alkoholische Gärung erregen, vom chemischen Standpunkte aus näher kennen. Es zeigte sich, daß dieselben, wie andere Organismen, gewisse Stoffe für ihre eigene Ernährung verbrauchen und andere Produkte dafür ausscheiden, daß sie mit einem Wort, wie man zu sagen pflegt, einen „Stoffwechsel“ besitzen. Damit war das geheimnisvolle Dunkel, das über diesen Mikroorganismen bis dahin ausgebreitet lag, ein für allemal gelichtet.

Noch wichtiger und folgenreicher vielleicht waren seine erfolgreichen Bemühungen, die Mikroorganismen künstlich zu kultivieren, durch Darbietung der richtigen Ernährungsbedingungen zur Vermehrung zu bringen, und zwar jede Sorte für sich gesondert. Das heute vielbekannte Schlagwort der Reinkultur,

*) 2. Vortrag S. 25, 26.

d. h. der ausschließlichen Kultur einer einzigen Sorte von Organismen, gewann in Pasteurs Arbeiten zuerst Inhalt und Bedeutung. Wie der Gärtner durch Fernhalten und Ausjäten des Unkrautes einer einzigen bestimmten Pflanzenart zum ausschließlichen Gedeihen verhilft, so gelang es Pasteur, die Erreger der Buttersäure-, der Milchsäure-, der Essiggärung rein und unter Ausschluß anderer Mitbewerber zu kultivieren.

Seitdem haben sich Botaniker und dann namentlich Mediziner dieses Gebietes bemächtigt und unsere Kenntnisse darüber sind denn auch ganz außerordentlich vorangeschritten, namentlich seitdem durch Robert Koch zu Beginn der achtziger Jahre neue vortreffliche Methoden für die Gewinnung von Reinkulturen in die Wissenschaft eingeführt wurden.

Gärung, Fäulnis und Verwesung erscheinen uns jetzt nicht mehr als bloße chemische Zerfallserscheinungen an abgestorbenen, vorher lebenden Teilen. Sondern sie sind selbst Äußerungen der Lebenstätigkeit von mikroskopischen Organismen, welche in der Natur so verbreitet vorkommen, daß ihre Keime nahezu überall sich finden. Gelingt es aber, diese Keime künstlich auszuschließen, dann fehlt auch die Zersetzung, dann bleiben auch die zersetzlichsten Substanzen, wie Blut, Traubensaft u. s. w. dauernd unverändert. Gewöhnlich erreicht man diese Ausschließung durch Erhitzung, weil Siedetemperatur die meisten Mikroorganismen vernichtet. Aber es ist ebenso gut möglich, solche Stoffe, wie z. B. Blut, dadurch keimfrei zu erhalten, daß man sie aus einem gesunden Tierkörper, der als solcher in seinem Innern keine Mikroorganismen enthält, unter vorsichtiger Vermeidung jeder Verunreinigung von außen in keimfreien Gefäßen auffängt. Solches Blut bleibt dann dauernd frei von Fäulnis und Entwicklung von Mikroorganismen und kann nur allmählich eine sehr langsam eintretende chemische Veränderung zeigen.

Gärung, Fäulnis und Verwesung sind also verursacht durch Mikroorganismen, und zwar durch sogenannte niedere Pilze, von denen schon früher einmal kurz die Rede war.*) Die Verwesung wird hauptsächlich hervorgerufen durch die Schimmelpilze, welche uns verhältnismäßig am besten bekannt sind, da ihre weißen, oft auch graugrünen oder sonstwie

*) 2. Vortrag S. 25.

bunt gefärbten Rasen sich so oft auf Gegenständen unserer Umgebung, namentlich bei feuchter Luftbeschaffenheit, einzustellen pflegen. Mikroskopisch bestehen dieselben hauptsächlich aus verästelten Fäden (Fig. 26 a), von denen aus dann die sehr verschieden gestalteten Fruchtträger und Fortpflanzungsorgane sich erheben.

Gegenüber diesen Schimmelpilzen sind die beiden anderen Gruppen der niederen Pilze, die Hefepilze (Fig. 26 b), welche hauptsächlich die alkoholische Gärung erregen, namentlich aber die Spaltpilze oder Bakterien, (Fig. 26 c), denen die Fäulnis als wesentlichste Leistung zuzuschreiben ist, von sehr viel bescheideneren Dimensionen. Trotzdem ist die chemische Leistung gerade der letzteren, dieser kleinsten Formen unter den niederen Pilzen, überhaupt unter den bekannten Lebewesen, in Anbetracht der ungeheuren Massen, in denen sie aufzutreten pflegen, keineswegs gering zu veranschlagen. Wir wollen uns indes zunächst noch mit den Schimmelpilzen etwas näher vertraut machen.




Fig. 26. a Schimmelpilze. b Sproßpilze. c Spaltpilze oder Bakterien. (Vergrößerung etwa 700 ×.)

## Schimmelpilze.

So verächtlich uns diese oft so unbequemen Ansiedler für gewöhnlich auch erscheinen mögen, so gewaltig ist doch im ganzen ihre Rolle, so segensreich, zum Teil wenigstens, ihr Wirken im Haushalt der Natur. Fast alle Reste abgestorbener Pflanzen, namentlich das Holz, dann die Blätter u. s. w., können nur dadurch wieder in ihre Bestandteile aufgelöst und dem Kreislauf des organischen Lebens zurück gegeben werden, daß zuerst Schimmelpilze in die Substanz, in den Holzkörper u. s. w. eindringen, denselben durch und durch durchwuchern und so die allmähliche Verwesung, d. h. die langsame Verbrennung der Substanzen, ihre Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure und Wasser herbeiführen. Das Holz wird hierbei morsch und leicht, verliert alle Festigkeit und die größten

Stämme des Urwaldes sinken schließlich auf diese Weise in sich selbst zusammen. Die sogenannte Fäulnis des Holzes ist also in Wirklichkeit eine Verwesung oder, wie der Chemiker sagt, eine Oxydation, eine langsame Verbrennung unter wesentlicher Einwirkung der Schimmelpilze. Ohne die Tätigkeit der letzteren würden in den Wäldern, soweit nicht etwa das Feuer Rat schafft, die jungen heranwachsenden Pflanzen unter den untilgbaren Resten früherer Generationen ersticken und verkümmern müssen.

In bescheidenerem Maße macht sich die oxydierende, Verwesung anregende Wirkung der Schimmelpilze geltend beim Obst; hier aber pflegt sie uns naturgemäß weniger erwünscht zu sein. Jedermann kennt die braunen Flecken an Äpfeln und Birnen, die sich mehr oder weniger tief ins Fruchtfleich hinein erstrecken. Sehr häufig bemerkt man, wenn es sich in der Tat um eine Wirkung der Schimmelpilze handelt — es gibt nämlich noch andere braune Flecken am Obst, von denen noch die Rede sein wird — außen an der Schale inmitten der braun gefärbten, meist kreisrunden Stelle, Reste der Schimmelpilzwucherung, welche durch ihr Eindringen ins Fruchtfleisch den Schaden verursacht hat. An solchen von Schimmelpilzen ergriffenen, infolge der Oxydation (Verwesung) braun gewordenen Stellen bekommt das Obst einen bitteren unangenehmen Geschmack.

Besonders unbeliebt aber sind diese Erscheinungen am Obst noch deshalb, weil diese Art der Verderbnis ungemein ansteckend ist und sehr leicht von einem Obststück, einem Apfel, einer Birne auf die andere übergreift, die etwa mit der bereits ergriffenen in Berührung sich befindet. Diese Vorgänge sind hauptsächlich der Grund, weshalb man das Obst bekanntlich nur an Orten mit ganz gleichmäßiger Temperatur, also in guten Kellern aufbewahren darf. Bei größeren Temperaturschwankungen wäre sonst immer Gefahr vorhanden, daß Wasserdampf auf den Oberflächen der in Fässer gefüllten oder in losen Haufen aufgeschichteten Äpfel oder Birnen sich verdichtet, und dieses Schwitzwasser genügt dann, um die überall verbreiteten Keime der Schimmelpilze zum Wachstum anzuregen. Es bilden sich Schimmelfäden an der Außenfläche der Früchte, und diese können an einer geeigneten Stelle die Obsthaut durchbohren und ins Innere eindringen. Auf solche Weise können große

Obstvorräte rasch zu Grunde gehen, und da man dies erfahrungsmäßig längst weiß, so pflegt man, wenn ein guter Keller mit ganz gleichmäßiger Temperatur nicht zur Verfügung steht, die Früchte an einem trockenen Ort einzeln aufzustellen oder aufzuhängen, so daß sie sich nicht gegenseitig berühren. Die Gefahr der Wasserdampfverdichtung wird dadurch beseitigt, und das Obst hält sich daher weit besser.

Die Schimmelpilze brauchen eben zu ihrem Gedeihen immer Feuchtigkeit und deshalb ist es, um Eßwaren vor dem Verschimmeln zu bewahren, meist genügend, dieselben an der Oberfläche austrocknen zu lassen. Gerade das vorsichtige Zudecken und Abschließen, wobei alles feucht bleibt, führt in der Regel am sichersten zur Schimmelbildung.

Es gibt, wie bemerkt, auch andere braune Flecken am Obst, die nicht auf Wirkung von Schimmelpilzen beruhen. Wenn ein Apfel oder eine Birne auf Steinboden fällt, so entsteht nach längerer oder kürzerer Zeit an der gequetschten Stelle eine braune Verfärbung des Fruchtfleisches; auch sonst, wenn z. B. Birnen lange Zeit aufbewahrt werden, so pflegen sich braune Stellen im Fruchtfleisch zu bilden. Das Obst wird mürbe oder morsch, wie man sagt, aber es bekommt dabei nicht jenen bitteren Geschmack, wie ihn das verschimmelte Obst aufweist. Es handelt sich hier um eine Wirkung des Luftsauerstoffs auf das Fruchtfleisch, welche nicht durch fremde Mikoorganismen, sondern durch eigentümliche Stoffe, die den Zellen des Fruchtfleisches selbst angeboren, die sogen. Oxydasen, vermittelt wird und dann eintritt, wenn das Fruchtfleisch durch Alter oder infolge von Quetschung seine normale Beschaffenheit verloren hat. Es genügt, um dies eintreten zu lassen, auch das bloße Schälen oder Durchschneiden von Äpfeln und Birnen. Jede Köchin weiß aus Erfahrung, daß geschältes Obst in der Regel bald braun wird, und daß es genügt, dasselbe in Wasser einzulegen, um diese Wirkung zu verhindern, weil dadurch der Zutritt des Luftsauerstoffs beschränkt wird. Auch dies ist ein in der Natur weit verbreiteter Vorgang, der aber an Bedeutung und Ausgibigkeit gegenüber der Verwesung um vieles zurückbleibt.

Die Schimmelpilze sind nun aber keineswegs immer so harmlose Gesellen, die etwa nur an abgestorbene, wenigstens nicht mehr weiter lebende Pflanzenteile sich heranmachen. Während der größte Teil ihrer Verrichtungen als durchaus nützlich,

ja für die Weiterexistenz der Organismenwelt unentbehrlich aufgefaßt werden muß, kann man dies von ihrer Tätigkeit als Parasiten weniger behaupten.

Namentlich für viele Insekten, und besonders für eine Anzahl von Raupenarten sind gewisse Arten von Schimmelpilzen gefährliche Feinde, eine Tatsache, gegen die vom egoistischen Standpunkte des Menschen aus gar nichts einzuwenden wäre, wenn sich nicht unter den Raupenarten auch eine sehr nützliche, nämlich die Seidenraupe befände. Für deren Kultur hat sich ein bestimmter Schimmelpilz, den die Botaniker als Botrytis Bassiana bezeichnen, schon sehr verhängnisvoll erwiesen. In den dreißiger und vierziger Jahren dieses Jahrhunderts hat die hierdurch erzeugte Krankheit der Seidenraupe — die man als „Muscardine" bezeichnet, wegen der Ähnlichkeit der erkrankten Tierchen mit einem in Südfrankreich üblichen Zuckergebäck — große Verheerungen in den Seidenraupenkulturen Italiens und Frankreichs hervorgerufen.*) Längst bekannt ist ferner die durch den Schimmelpilz Empusa muscae hervorgerufene Krankheit der Stubenfliege, die schon Goethe beschrieben hat, und die allerdings wieder eher als eine Wohltat gegenüber diesen zudringlichen Gästen empfunden wird. Die Schimmelpilzfäden pflegen in den Leib der Tiere einzudringen, vermehren sich im Innern der Leibeshöhle und zehren deren Inhalt auf, womit natürlich der Untergang des Tieres besiegelt ist.

Weit bedeutsamer gestaltet sich die parasitische Tätigkeit der Schimmelpilze in der Pflanzenwelt, und hier kann nur Ungünstiges von ihrem Wirken gesagt werden. Eine Menge von epidemischen Krankheiten unserer Waldbäume, welche oft ganze Waldbestände zerstören, sind durch Schimmelpilze verursacht. Desgleichen fällt die sogenannte Kartoffelkrankheit (Peronospora infestans) und die früher vor dem Aufkommen der Reblaus sehr gefürchtete Traubenkrankheit (Oïdium Tuckeri) auf ihre Rechnung. Aber noch verderblicher muß die verheerende Wirkung der Brand- und Rostpilze (Uredineen und Ustilagineen) beim Getreide genannt werden, die in nassen Jahren den Volkswohlstand in der Tat wesentlich zu schädigen

---

*) Später traten dann andere Krankheiten der Seidenraupe auf, die aber nicht durch Schimmelpilze sondern durch andere Mikroorganismen verursacht waren.

vermag. So betrugen in dem allerdings sehr regenreichen Jahr 1891 in Preußen die durch Getreiderost verursachten Ausfälle bei der Weizenernte 3,3 Millionen Doppelzentner, entsprechend einem Wert von 73 Millionen Mark; bei der Roggenernte 8,2 Millionen Doppelzentner = 180 Millionen Mark; bei der Hafererernte 10,3 Millionen Doppelzentner = 165 Millionen Mark; im ganzen also erreichten dieselben einen Betrag von 419 Millionen Mark, was ungefähr einem Drittel des produzierten Gesamtbetrages entspricht. Durch solche gewaltige Schädigungen rechtfertigt es sich, wenn der deutsche Reichstag im vorigen Jahr die Errichtung einer biologischen Station beim kaiserlichen Gesundheitsamt beschlossen hat, deren hauptsächlichste Aufgabe es sein soll, soweit als möglich diesen und ähnlichen Gefahren entgegen zu wirken.

Die Rolle der Schimmelpilze in der Natur ist aber hiermit noch nicht abgeschlossen. Gelegentlich wagen sie sich auch an den Menschen selbst, und wenn auch die durch sie erzeugten krankhaften Prozesse in der Regel nur an der äußeren Haut in Form gewisser Hautkrankheiten sich abspielen, so sind sie doch für den Befallenen zum mindesten eine sehr lästige Plage. Indes wollen wir uns mit diesen letzteren Vorkommnissen nicht weiter aufhalten, sondern uns lieber der zweiten Gruppe niederer Pilze, den Sproßpilzen, zuwenden.

## Sproßpilze.

Die Art des Wachstums dieser mikroskopischen Pilze erklärt und rechtfertigt ihren Namen. Es sind rundliche oder etwas längliche Zellen, d. h. mit der lebendigen Leibessubstanz erfüllten Bläschen (Fig. 26 b), welche beim Wachstum zunächst kleine Ausstülpungen oder Sprossungen treiben, die dann allmählich zu selbständigen Zellen heranwachsen. Diese neu entstandenen Zellen können dann noch kürzere oder längere Zeit mit den älteren Zellen, aus denen sie entstanden sind, im Zusammenhang bleiben, bevor sie sich von denselben abtrennen. Man spricht im letzteren Fall von Sproßverbänden.

Die wichtigsten Vertreter der Sproßpilze sind die Bier- und Weinhefe, welche die alkoholische Gährung in zuckerhaltigen Flüssigkeiten hervorrufen. Die Mehrzahl der Menschen dürfte geneigt sein, sie als die größten Wohltäter zu betrachten. Eine

vorurteilslose Betrachtung der Wirkungen des Alkohols läßt sie aber als tückische Feinde erkennen. Namentlich unser deutsches Volk leidet schwer unter dem Segen der Gärungspilze. Wir wollen indes zunächst den Vorgang der Gärung selbst etwas näher betrachten.

Seit Pasteur kennt man die chemischen Vorgänge bei der alkoholischen Gärung sehr genau und weiß, daß dabei der Zucker so ziemlich zu gleichen Teilen in Kohlensäure und Alkohol gespalten wird, und zwar durch die Wirkung der lebenden Hefezellen. Die letzteren vermehren sich dabei, aber es ist nicht nötig zur Gärung, daß eine starke Vermehrung der Hefezellen stattfindet. Auch bei langsamer Vermehrung kann mit der Zeit eine ziemliche Gärwirkung zustande kommen. Man darf sich auch nicht vorstellen, daß die Gärung mit dem Stoffwechsel der Hefezellen, d. h. mit ihrem Ernährungsvorgang direkt etwas zu tun habe; sondern, wie mein Bruder (Professor Eduard Buchner in Berlin) erst in neuester Zeit entdeckt hat, kommt die Gärung dadurch zustande, daß die Hefezellen einen bestimmten Stoff, die sogenannte Zymase, in sich erzeugen und absondern, welcher den Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten vermag.

Außer Kohlensäure und Alkohol, welche allen gegorenen Getränken gemeinsam sind, entstehen bei der Gärung aber stets noch eine Menge verschiedenartiger Produkte, namentlich Glycerin und Bernsteinsäure, und dann verschiedene Ätherarten, welche letztere, obwohl meist nur in Spuren anwesend, den eigentümlichen Geschmack und Geruch der einzelnen gegorenen Flüssigkeiten, das „Bouquet" der Weine, das „Aroma" mancher guten Biersorten hauptsächlich bedingen. Es ist klar, daß in dieser Beziehung die verschiedenen Hefesorten unmöglich das gleiche leisten können; tatsächlich unterscheiden sich nicht nur Wein- und Bierhefe — deren Formen mikroskopisch keine allzu großen Differenzen zeigen — sehr wesentlich durch die von ihnen bei der Gärung gebildeten Geschmacksstoffe, sondern es gibt unter den Weinhefen einerseits, wie unter den Bierhefen andererseits eine ganze Menge von Sorten, Rassen und Stämmen, die alle für sich ganz bestimmte Eigenheiten und besondere Leistungen aufweisen.

Die Bierbrauerei insbesondere hat von diesen Tatsachen *auf Grund* der erfolgreichen Forschungen von Emil Christian

Hansen (im wissenschaftlichen Laboratorium der Carlsberg-brauerei bei Kopenhagen) schon die allerausgedehnteste Anwendung gemacht. Jeder Brauer weiß heutzutage, wieviel auf eine richtige Hefe ankommt und sucht mit allen Mitteln diejenige Hefesorte, die er im Brauverfahren anwenden will, rein und von fremden Beimengungen (sogenannten „wilden Hefen") frei zu erhalten. Das Reinkulturverfahren hat hier nicht minder, wie in der eigentlichen Bakteriologie, große Triumphe gefeiert, und die Sicherheit im heutigen Großbrauereibetrieb sowie der gewaltige Aufschwung der Industrie hängen aufs innigste mit diesen von der Wissenschaft her vermittelten technischen Fortschritten zu sammen.

Aus der nämlichen Bierwürze läßt sich also, je nachdem die eine oder andere Hefesorte zur Anwendung kommt, ein sehr verschiedenartiges Bier erzeugen; und ähnliches gilt auch für die Weinbereitung. Der Hauptunterschied liegt nur darin, daß dem ausgepreßten Traubensaft von jeher die Hefe nicht — wie bei der Bierbereitung — künstlich zugesetzt zu werden pflegt. Sondern seit Noahs Zeiten pflegt man den Most „von selbst", d. h. genauer gesagt, durch die den Traubenbeeren und deren Stielen von außen anhaftenden Hefezellen, welche im Traubensaft sich alsbald vermehren, in Gärung kommen zu lassen. Es scheint nun nach den neueren Untersuchungen, als ob auch hier die Hefesorte, welche schließlich im einzelnen Falle die Oberhand gewinnt, eine sehr wichtige Rolle spielte für die Qualität des entstehenden Weines, als ob nicht nur die Beschaffenheit der Trauben an sich dafür entscheidend sei. Die berühmten Weinlagen würden sich dann nicht nur durch gute Qualität der Trauben auszeichnen, sondern namentlich auch durch gute Qualität der dort vorkommenden Hefesorten, ein Umstand, welcher die Idee berechtigt erscheinen läßt, durch absichtlichen Zusatz besserer Hefearten auch minderwertigem Traubenmost eine höhere Güte zu verleihen.

Unter den Hefepilzen gibt es also gleichsam eine Rangordnung, und wenn wir auf dieser Stufenleiter hinabsteigen, dann treffen wir auf der untersten Stufe endlich diejenige Hefe, deren Aufgabe es ist, die Kartoffeln auf Branntwein zu verarbeiten und dadurch der Verderbnis unserer Volksgesundheit auf das kräftigste in die Hände zu arbeiten. Selten ist wohl ein technischer Fortschritt von größerem Nachteil ge

worden, als die Schnapsbereitung aus Kartoffeln, zumal der dabei gewonnene Sprit zur Herstellung aller möglichen Kunstprodukte von alkoholischen Getränken reichliche Verwendung findet, in denen außer dem Alkohol noch manche andere gesundheitsschädliche Stoffe enthalten sind.

Das Schlimmste an dem modernen Aufschwung der Fabrikation von Bier und Schnaps ist die ungeheuere nationalökonomischen Bedeutung, die sie durch die Größe der dafür aufgewendeten Ländereien und Kapitalien erlangt hat, so daß die stärksten wirtschaftlichen Interessen einer ernstlichen Bekämpfung unserer törichten Trinksitten im Wege stehen.

Und doch ist es zunächst eine ungeheuere Vergeudung von Nationalgut, wenn ein so großer Teil des anbaufähigen Grund und Bodens mit Gerste und Kartoffeln bestellt wird, um Bier und Schnaps daraus zu erzeugen, statt daß er zur Gewinnung wirklicher Nahrungsmittel verwendet wird.

Will man in die Größe des Übels, um das es sich hier handelt, einen Einblick tun, so ist davon auszugehen, daß die jährliche Ausgabe des deutschen Volkes für alkoholhaltige Getränke gegenwärtig rund 3 Milliarden Mark, mehr als das Doppelte des Heeres- und Marine-Budgets beträgt. Hiergegen wäre nun vielleicht nicht viel einzuwenden, wenn der Alkohol sich tatsächlich als harmloser Freund und Tröster der Menschen erwiese. Aber die Statistiken aus Strafanstalten und Irrenhäusern, die man aufgestellt hat, haben längst das unleugbare Resultat ergeben, daß für einen sehr beträchtlichen Teil, stellenweise bis zur Hälfte und mehr der Insassen jener traurigen Aufenthaltsorte die Ursache ihres Elends dem Mißbrauch alkoholischer Getränke zur Schuld geschrieben werden muß. Zu den direkten Ausgaben für alkoholische Getränke müßten also auch zum Teil noch die Kosten jener Anstalten und des Unterhalts ihrer Insassen hinzugerechnet werden, während der Jammer und finanzielle Ruin, der dadurch in so viele Familien gebracht wird, überhaupt sich jeder Berechnung entzieht.

Jedenfalls ist es ein großer Fehler, eine große Rückständigkeit unserer öffentlichen Moral, daß der Rausch noch nicht allgemein als entehrend gilt, und daß die hier und da gehörte Behauptung, der oder jener habe sich vor seiner verbrecherischen Tat absichtlich „mildernde Umstände" an*getrunken*, durch unsere Gerichtspraxis keineswegs Lügen ge-

straft wird. Es sollte nicht sein, daß in unserer Bevölkerung die Ansicht unerschüttert besteht, man könne einen Berauschten nicht voll haftbar machen, und es müsse dem Menschen erlaubt sein, durch übermäßiges Trinken den größten Teil der sonst getragenen Verantwortlichkeit für sein Tun und Lassen von sich abzuwälzen.

Wir wollen indes auf diesen besonders dunklen Punkt in unserem heutigen Kulturleben hier nicht näher eingehen und uns mit der Bemerkung begnügen, daß demnach auch die Sproß-pilze, in gewissem Sinne wenigstens, zu den giftigen und schäd-lichen Pilze gerechnet werden müssen.

## Bakterien (Spaltpilze).

Die dritte Gruppe der niederen Pilze umfaßt die Spalt-pilze (Fig. 26c), seinerzeit von dem Botaniker C. v. Naegeli so genannt, weil ihre Vermehrung darin besteht, daß jede ein-zelne Zelle sich etwas in die Länge streckt und dann durch Spaltung in zwei gleichwertige Hälften sich scheidet. Für ge-wöhnlich aber sind sie mehr unter dem der griechischen Sprache entlehnten Ausdruck Bakterien (= Stäbchen) bekannt, auch als „Bacillen“*) gefürchtet, obwohl diese Bezeichnung eigentlich nur auf einen Teil der Bakterien, auf bestimmte Arten unter denselben mit Recht ihre Anwendung findet.

Die Bakterien stellen die kleinsten bekannten Lebewesen dar und können daher, wenigstens die kleineren Formen unter ihnen, nur mit guten, stark vergrößernden Mikroskopen deutlich gesehen werden. Man kann sie aber dadurch sehr viel leichter sichtbar und an den Orten, wo sie vorkommen, z. B. in erkrankten Körperteilen nachweisbar machen, daß man sie nach dem Vor-gange von Weigert mit Anilinfarben färbt, welche von den Bakterien sehr stark aus wässerigen Lösungen angezogen und aufgenommen werden.

Selbst die größeren stäbchenförmigen Bakterien haben nur einen Dickendurchmesser von etwa $^1/_{1000}$ Millimeter und bei den kleineren Formen sinkt der Durchmesser noch etwa auf $^1/_3$ bis $^1/_4$ jener Größe herab. Es ist daher begreiflich, wenn Naegeli berechnete, daß von den kleinsten Spaltpilzen in trocknem Zu-

*) Aus dem Lateinischen; bedeutet ebenfalls „Stäbchen“.

stand, sowie sie etwa als Stäubchen in die Luft verweht werden können, mehr als 30 Billionen erforderlich sind, um das Gewicht von 1 Gramm voll zu machen. Trotzdem sind wir heutzutage soweit, daß wir gerade auch von gewissen kleineren Bakterienarten, wohin z. B. der so gefürchtete Bacillus der Tuberkulose gehört, den eiweißhaltigen Zell-Innensaft durch maschinelles Zerreiben und Auspressen in großem Maßstab, eventuell literweise gewinnen und zum Zweck von chemischen Studien oder von Heilversuchen an Tieren verwenden können. Freilich sind dazu selbstverständlich ganz außerordentlich massenhafte Kulturen der betreffenden Bakterienart erforderlich.

Die Bakterien zeigen teils kugelige Formen, welche in Ketten oder Haufen angeordnet sind, teils Stäbchen- oder Fadenformen (s. Fig. 26c); andere sind gekrümmt, zum Teil korkzieherartig, wobei man sich aber diese Spiralformen nicht als biegsam denken darf, nicht etwa wie kleine Würmchen, die sich schlängelnd bewegen. Sondern die Bakterien sind verhältnismäßig starre Gebilde, und sie dürfen ja auch nicht, wie wir gesehen haben, den niederen Tieren, sondern müssen den niedersten Pflanzen zugerechnet werden.

So verschiedenartig nun die Formen sind, so bestehen noch viel größere Unterschiede im chemischen Verhalten und in ihrer Einwirkung auf die Substanzen, in denen sie sich angesiedelt haben, und diese letzeren Unterschiede sind es überdies, die uns wegen ihrer praktischen Bedeutung am meisten interessieren. Wenn wir zunächst von den krankheitserregenden Bakterien, welche erst im folgenden Vortrag näher besprochen werden sollen, ganz absehen, so läßt sich im übrigen die große Schar der Bakterienarten zweckmäßig etwa unterscheiden:

1. in solche, welche **Fäulnis** oder bestimmte **Gärungen** hervorrufen;

2. solche, welche weder Fäulnis noch Gärung erregen, sondern auf die Substanzen, in denen sie sich angesiedelt haben, hauptsächlich **oxydierend**, durch Übertragung des Luftsauerstoffs, ganz ähnlich wie die Schimmelpilze wirken;

3. ferner kann man denjenigen Bakterien, welche **Farbstoffe** (rote, gelbe, blaue, violette u. s. w.) bilden und daher in Reinkulturen ein sehr auffälliges Aussehen darbieten, gesondert aufführen; endlich

4. diejenigen, welche imstande sind, im Dunkeln durch

eigene Phosphorescenz zu leuchten, die man daher als Leuchtbakterien bezeichnet.

Es kann natürlich keine Rede davon sein, daß wir damit eine vollständige Einteilung gewonnen hätten. Aber eine gewisse Übersicht bietet uns dieses Schema immerhin.

Hier interessiert uns denn zunächst die Fäulnis, und zwar die Fäulnis des Fleisches, gekennzeichnet durch den bekannten unerträglich widerlichen Geruch, der von bestimmten, beim Fäulnisprozeß entstehenden Gasen und Dämpfen*) herrührt. Die Fleischfäulnis ist von der chemischen Wirkung der Fäulniserreger abhängig, genau wie die alkoholische Gärung von der Wirkung der Hefezellen. Und die Ähnlichkeit ist auch chemisch eine ziemliche große: wie dort der Zucker in Alkohol und Kohlensäure gespalten wird, so unterliegt hier das Eiweiß einer Spaltung, wobei allerdings, entsprechend der komplizierteren Natur des Eiweißes, sehr viel zahlreichere Produkte, darunter aber auch Kohlensäure, entstehen.

Bekanntlich ist die Fäulnis des Fleisches in der Hauswirtschaft eine sehr lästige Erscheinung, wenn auch in der Regel keine direkten größeren Gefahren dadurch erzeugt werden.**) Man sucht sich dagegen durch Aufbewahren des Fleisches im Eisschrank, in niedriger Temperatur zu schützen, weil durch Kälte die Vermehrung der Bakterien und deren Wirksamkeit gehemmt wird. Aber gerade in den Eisschränken, wenn dieselben nicht sehr reinlich gehalten werden, kommt das Fleisch erst recht mit Bakterien, welche dort von früher her anhaften, in Berührung und hält sich dann nach der Herausnahme umso kürzere Zeit. Gar nicht so selten kommt es beispielsweise vor, daß das Fleisch gerade im Eisschrank mit den oben ad 4. erwähnten Leuchtbakterien angesteckt wird, was vielleicht interessant aber nicht gerade appetitlich genannt werden kann. Ein höchst wichtiger Fortschritt gegenüber der alten Aufbewahrung auf Eis

---

*) Schwefelwasserstoff, Mercaptan, dann Ammoniak und höhere Amine, ferner niedere Fettsäuren, Skatol u. s. w.

**) Die manchmal auftretenden Fälle von sogenannter Fleischvergiftung, Wurstvergiftung u. s. w. beruhen nicht auf der gewöhnlichen Fäulnis, sondern immer auf der Anwesenheit besonderer krankheitserregender Bakterien oder der von ihnen erzeugten Gifte in dem betreffenden Fleische. Immerhin handelt es sich auch hier um eine Art von Verderbnis durch Zersetzung.

ist die Einlagerung des Fleisches in die modernen Kühlhäuser, in denen größte Reinlichkeit herrscht und das Fleisch von kalter dabei aber auch trockener Luft umströmt wird.

In Schlächterei-Kleinbetriebe herrscht leider noch vielfach sehr große Unreinlichkeit, wodurch das Fleisch sofort bei und nach der Schlachtung aufs reichlichste mit Fäulnisbakterien beladen wird. Aber auch in reinlichen Betrieben geschieht nicht alles, was geschehen könnte, um das Fleisch haltbarer zu machen. Wenn man alle Gerätschaften, die mit dem Fleisch in Berührung kommen, sterilisieren und überhaupt ähnlich wie in der Bierbrauerei möglichst bakterienfrei zu hantieren suchen würde, ließe sich noch viel mehr erreichen. Zweifellos gelangen nämlich die Fäulnisbakterien erst bei der Schlachtung und hauptsächlich erst beim Zerteilen des Fleisches auf den niemals gründlich desinfizierten Hackbrettern und mit den ebenfalls niemals desinfizierten Messern, Beilen u. s. w. an das Fleisch. Das Muskelfleisch eines gesunden Tieres enthält an und für sich gar keine Fäulnisbakterien und würde sich daher bei vollkommen reinlicher, d. h. bakterienfreier Behandlung zweifellos viel länger als jetzt fäulnisfrei erhalten lassen.

Dafür, daß das Fleisch hauptsächlich nur von außen mit Fäulnisbakterien angesteckt ist, spricht schon der Erfolg gewisser Maßnahmen, die vielfach im Gebrauch sind, um die Verderbnis hintanzuhalten, wie oberflächliches Einreiben mit Salz, Einschlagen in essigbefeuchtete Tücher oder direktes Einlegen in Essig oder statt dessen, weniger wirksam, in Milch. Die Milch gerät hierbei in saure Gährung, und die Milchsäure wirkt, ebenso wie die Essigsäure, wie überhaupt alle Säuren (in geringerem Maße auch das Kochsalz) hemmend auf die Bakterientätigkeit, also fäulniswidrig, konservierend. Zunächst wirken alle diese Mittel, wie sie hier angewendet werden, nur auf die Oberfläche des Fleisches, und doch sind sie von Erfolg, weil eben im Innern des Fleischstückes die Fäulnisbakterien fehlen oder nur in geringer Zahl vorhanden sind.

Erwähnt sei bei dieser Gelegenheit, daß Anwendung von Salicylsäure oder Borsäure beim Einreiben des Fleisches behufs Konservierung nicht zugelassen werden kann, da, abgesehen von Geschmacksbeeinflussung, alle diese eigentlichen „Antiseptika“ oder „Desinfektionsmittel“ der Gesundheit schädlich sind. Wenn *oben von* Desinfektion der Geräte und Werkzeuge in den

Schlächtereien die Rede war, so sollte damit nicht die Anwendung von Desinfektionsmitteln empfohlen werden, sondern die Behandlung der genannten Gegenstände mit Dampf von Siedetemperatur oder mit kochendem Wasser, wodurch die Fäulnisbakterien sicher und auf unschädliche Weise vernichtet werden können.

Eine weitere, in die Hauswirtschaft einschlagende Erscheinung ist das Sauerwerden der Milch, die Milchsäuregärung. Frisch gemolkene, noch so reinlich aufgefangene und aufbewahrte Milch wird ausnahmslos nach einiger Zeit, langsamer bei kühler, rascher bei hoher Temperatur, sauer, indem zugleich der Käsestoff gerinnt und das Fett sich oben abscheidet. Der ganze Vorgang ist eine Wirkung der Milchsäurebakterien, welche den Milchzucker zu Milchsäure vergären. Dabei blieb es lange rätselhaft, wie diese Milchsäurebakterien so regelmäßig, auch bei ganz vorsichtigem Verfahren in die Milch hinein gelangen können. Manche meinen noch jetzt, daß dieselben in der Luft der Stallungen umherschweben, was aber durchaus irrig ist. Die Sache ist ganz einfach, ohne genaue Versuche wäre man jedoch nie auf den wahren Sachverhalt gekommen; man wäre wohl nie auf den Gedanken geraten, daß diese Milchsäurebakterien tatsächlich schon an der Kuh selbst, d. h. an und in den Ausführungsgängen der Milchdrüse, in den Zitzen des Euters angesiedelt sind und sich hier in den zurückbleibenden Milchresten zwischen je zwei Melkperioden immer aufs neue vermehren.

Glücklicherweise haben übrigens diese Milchsäurebakterien für die Gesundheit bekanntlich gar keine schädliche Bedeutung. Im Gegenteil wird die sauer gewordene, gestockte Milch von vielen Personen sogar besser vertragen, als die süße, was wohl damit zusammenhängt, daß auch in unserem Magen der Käsestoff zum Zweck der Verdauung zuerst gerinnen muß, wie dies in der gestockten Milch durch die von den Bakterien gebildete Säure bereits geleistet ist.

Immerhin bildet das rasche Sauerwerden der Milch eine im Sommer oft lästige Erscheinung, der man durch Abkochen der frischen Milch, wodurch die darin befindlichen Milchsäurebakterien vernichtet werden, vorzubeugen sucht. Dabei begehen die Hausfrauen nur manchmal den Fehler, daß sie die Milch in einem passenden Gefäße, z. B. einer Metallpfanne, abkochen

und dann nach dem Abkühlen in ein zweites Gefäß zur Aufbewahrung abfüllen. Dadurch wird der Zweck des ganzen Verfahrens häufig vereitelt, da in dem zweiten Gefäße, auch bei voller Reinlichkeit, sich oft noch kleinste Spuren von früher darin aufbewahrter Milch befinden, in denen lebende Milchsäurebakterien enthalten sind, die sich nun in der warmen Milch rasch vermehren. Einzig richtig ist es daher, die Milch in demselben Gefäße zum Kochen zu erhitzen, in welchem sie später aufbewahrt werden soll. Von den Gefahren, welche die Kuhmilch sonst als Nahrungsmittel, namentlich für Säuglinge, durch etwa darin enthaltene Krankheitserreger darbieten kann und über die Art, dieselben zu beseitigen, soll im folgenden Vortrag die Rede sein.

Hier sei nur noch bemerkt, daß die Milchsäurebakterien, ähnlich wie die Hefepilze, heutzutage bereits industrielle Verwendung finden und zwar in der Großbutterfabrikation namentlich in holländischen Molkereien. In manchen Gegenden findet man nämlich, daß Butter aus sauer gewordener Milch ein feineres Aroma besitze, als solche aus süßer. Dieser Geschmack ist auf bestimmte, von gewissen Milchsäurebakterien erzeugte Stoffe — nicht die Milchsäure, sondern gewisse Ätherarten — zurückzuführen. Man setzt also der Milch vor dem Verbuttern absichtlich Reinkulturen von Milchsäurebakterien zu, um der Butter diesen Beigeschmack zu erteilen, der uns in den Alpenländern allerdings keineswegs erwünscht wäre.

Von den übrigen, durch Bakterien erzeugten Gärungen will ich die Buttersäure-, die Käse- und Sauerkrautgärung hier nur kurz erwähnen. Ein näheres Eingehen auf diese hauswirtschaftlich wichtigen Gärungen würde uns zu lange aufhalten. Dagegen sei den Oxydationswirkungen durch Spaltpilze noch ein kurzes Augenmerk geschenkt.

Hier ist vor allem die Essigbildung durch die Essigbakterien (Bacillus aceti) bemerkenswert, welche in der Industrie als Schnellessigfabrikation längst allgemeine Anwendung findet. Das „Essiggut", einen alkoholischen Wein von geringer Sorte, läßt man über aufgeschichtete Holzspäne herabträufeln, auf denen sich die Essigbakterien in dichten Lagen angesiedelt haben. Den letzteren kommt dabei die Wirkung zu, den Alkohol durch den Luftsauerstoff zu oxydieren und in Essigsäure überzuführen.

*Eine andere*, für den Naturhaushalt ungemein wichtige

oxydierende Wirkung verschiedener Bakterienarten ist die Salpetersäurebildung. Das Ammoniak, das bei der Fäulnis auftritt, geht dadurch in Salpeter über, der für die Pflanzenwurzeln als Stickstoffnahrung ungemein geeignet sich erweist. Die Bakterien können also nicht bloß zerstören und zersetzen, sondern sind auch beim Wiederaufbau beteiligt, und gerade diese Salpeterbakterien, die überall im Boden verbreitet sind und in allen Weltteilen nachgewiesen wurden, spielen in dieser Beziehung eine höchst wichtige Rolle.

Damit aber nicht genug, so hat man in den letzten zehn Jahren noch andere Bakterien entdeckt, welche ganz ausgesprochen durch ihre Wirkungen eine höchst förderliche Rolle für die Landwirtschaft, und dadurch für die Ernährung der Menschen spielen. Es sind dies die sogenannten Knöllchenbakterien der Leguminosen. An den Wurzeln der Bohnen, Erbsen, Lupinen u. s. w. finden sich kleine Knöllchen, die man schon früher kannte, aber als krankhafte Auswüchse betrachtete. Die neueren Untersuchungen haben jedoch gelehrt, daß in diesen Knöllchen regelmäßig bestimmte Bakterien vorkommen, deren Wirkung darin besteht, den Stickstoff der Luft aufzunehmen und in Nahrungsstoff umzuwandeln. Ein stickstoffarmer, anfangs ganz unfruchtbarer Sandboden kann dadurch allmählich immer besser und günstiger werden. Das Verhältnis zwischen Wirtspflanze und den in ihren Wurzeln angesiedelten Bakterien scheint ein ganz freundschaftliches zu sein und auf gemeinsamem Haushalt zu beruhen, indem vermutlich die Bakterien von der Nährpflanze gewisse Stoffe beziehen und dafür andere an dieselbe abgeben.

Jedenfalls erhalten wir hier Einblick in Naturverhältnisse, welche uns, abgesehen von ihrer praktischen Bedeutung, mit größtem Erstaunen erfüllen müssen.

---

## 8. Vortrag.

Bakterien als Krankheitserreger. Giftbildung. Blutinfektion. Virulenz. Veränderlichkeit der Virulenz. Schutzimpfung. Eintritt der Infektions-erreger in den Körper. Entzündung. Schutzeinrichtungen des Körpers. Heilung. Freßzellen. Bedeutung des Blutes. Schutzstoffe im Blute. Heilserum. Desinfektion. Widerstandsfähigkeit des Körpers.

### Bakterien als Krankheitserreger.

Trotz allem, was im vorigen Vortrag über die Wirkungen der Bakterien und ihre Rolle im Haushalt der Natur angeführt wurde, wäre unser menschliches Interesse an diesen kleinsten Lebewesen ein verhältnismäßig geringes, hätte nicht die wissenschaftliche Forschung in ihnen die Ursache einer großen Zahl, ja — man kann sagen, der meisten gefährlichen Krankheiten erkannt, welche unser Leben und unsere Gesundheit bedrohen.

Die ersten bezüglichen Forschungen gehen in die vierziger und fünfziger Jahre dieses Jahrhunderts zurück, wo man zuerst auf die Erreger des Milzbrandes, die sogen. Milzbrandbakterien, im Blute milzbrandiger Tiere aufmerksam wurde. Aber es dauerte lange, bis man sich über die Natur dieser Erscheinung völlig klar wurde, so daß selbst in den siebziger Jahren noch vereinzelt jene merkwürdig regelmäßigen stäbchenförmigen Gebilde als Krystalle erklärt wurden.

Das war natürlich unmöglich von dem Augenblicke an, wo es gelang, jene Parasiten künstlich außerhalb des Körpers zu züchten, und diese fundamentale Aufgabe ist zuerst von Pasteur, später mit noch besseren Methoden, wie bereits früher erwähnt, von Robert Koch gelöst worden. Die Hauptleistung des letzteren Forschers bestand namentlich darin, den Erreger der menschlichen Tuberkulose, den sogen. Tuberkelbacillus, rein zu kultivieren (1882), eine Aufgabe, die technisch viel größere Schwierigkeiten entgegenstellte, als seiner Zeit die künstliche

Züchtung der Milzbrandbakterien. Als dieser Sieg errungen war, da fiel es aber dann verhältnismäßig nicht schwer, mit den gleichen Methoden auch die meisten übrigen krankheitserregenden Bakterien durch erfolgreiche Züchtung außerhalb des Körpers dem genauen Studium zugängig zu machen. So 1883 den Erreger der asiatischen Cholera, ungefähr gleichzeitig den Typhusbacillus, die Bakterien der Wundinfektionskrankheiten, des Wundstarrkrampfes, der Rotzkrankheit u. s. w.

Will man nun in der Schar dieser krankheitserregenden Bakterien eine gewisse Übersicht gewinnen, so empfiehlt sich auch hier wieder eine Einteilung in bestimmte Gruppen, aber nicht nach ihrer mikroskopischen Form, die ja hauptsächlich doch nur ein wissenschaftliches Interesse beansprucht, sondern nach ihrer Wirkungsart.

Da können wir nun vor allem solche Krankheitserreger unterscheiden, die durch Bildung und Ausscheidung von besonderen Giften ihre krankheitserregenden Wirkungen äußern. Dahin gehören besonders der Diphtheriebacillus und ferner der Erreger des Wundstarrkrampfes. Diese beiden können sich im Körper einnisten, der eine im Rachen, der andere an irgend welchen Stellen, an denen zufällig eine äußere Verletzung stattgefunden hat, und nun erfolgt in kurzem eine Erkrankung des Gesamtorganismus. Es ist hierzu bei diesen beiden Krankheitserregern nicht erforderlich, daß zuerst eine allgemeine Verbreitung der Keime im Körper erfolgt. Vielmehr wirken sie nur durch die von ihnen am Ort ihrer Ansiedlung erzeugten Gifte; es ist gerade, als wenn im Körper an bestimmten Stellen chemische Laboratorien entstanden wären, die fortwährend Gift erzeugen, das dann natürlich ins Blut übergeht und den Gesamtkörper in krankhaften Zustand versetzt. Wir kennen die Gifte dieser beiden Bakterienarten schon ziemlich genau, und namentlich das Gift des Wundstarrkrampferregers (= Tetanusbacillus) ist sehr eingehend studiert worden. Seine Wirksamkeit muß als eine ganz außerordentlich starke bezeichnet werden, die alle sonst bekannten Gifte noch wesentlich übertrifft. Dabei aber ist dieses Gift, das schon in allerkleinsten Mengen, in Bruchteilen von Milligrammen, bei Säugetieren heftigen, rasch tödlichen Starrkrampf hervorruft, für sich selbst sehr vergänglicher Natur und kann nur durch Überführung in trockene Form für Laboratoriumszwecke haltbar gemacht werden. Das Diphtheriegift ist dem

gegenüber wesentlich haltbarer, aber kaum weniger heftig in seiner Wirksamkeit.

Im Gegensatz zu diesen durch Giftbildung wirksamen Krankheitserregern gibt es nun aber andere, bei denen die Giftbildung kaum nachweisbar ist, jedenfalls weit zurücktritt, und die dennoch den Organismus des Menschen oder der Tiere krank zu machen, ja zu töten imstande sind. Sie bewirken dies durch ihre enorm starke Vermehrung und Ausbreitung im ganzen Körper, namentlich im Blute. Ein Hauptbeispiel bietet uns hierfür die Milzbrandkrankheit.

Beim Milzbrand, den wir durch Verimpfung sehr leicht auf die meisten Nager, namentlich Mäuse und Meerschweinchen übertragen und hier genau studieren können, finden sich nach dem Tode des Tieres und schon kurze Zeit vorher im ganzen Blutgefäßsystem reichlich die regelmäßigen Stäbchenformen der Milzbrandbakterien verteilt. Ihre Menge ist so groß, daß man begreift, wie auch ohne Bildung besonders heftiger Gifte die Störungen im Blute doch zu bedeutend werden müssen, um das Leben des Tieres noch fortbestehen zu lassen. Und dabei verläuft der Milzbrand bei diesen kleinen Tieren ungemein schnell und führt regelmäßig schon in 36 Stunden von der Impfung ab, manchmal noch früher zum Tode; der Tod selbst tritt in der Regel rasch, gleichsam unvermutet ein, da kurze Zeit vorher die Tierchen häufig noch kaum erkrankt zu sein scheinen.

Man bezeichnet die Krankheiten, die durch lebende mikroskopische Erreger hervorgerufen werden, insgesamt als „Infektionskrankheiten" (von dem lateinischen inficere, was soviel als anstecken bedeutet). Diejenigen, bei denen die Bakterien im Blute sich vermehren, werden dann als „Blutinfektionen" unterschieden, was mit dem bekannten Begriff „Blutvergiftung" übereinstimmt. Denn die sogenannte Blutvergiftung, die beim Menschen infolge von vernachlässigten Wunden und auch in anderen schweren Fällen gar nicht so selten eintritt und meist tödlich verläuft, ist keine eigentliche Vergiftung im strengen Sinne des Wortes. Es sind nicht nur leblose Giftstoffe, die da ins Blut gelangen, sondern die betreffenden Krankheitserreger selbst, die Bakterien der Wundinfektionskrankheiten sind es, die sich unter Umständen im Blut vermehren können, womit stets ein hoher Grad von Gefahr gegeben ist.

*Wir können* also, wie gesagt, zwei Hauptgruppen bei den

Bakterienkrankheiten unterscheiden, solche, bei denen der Infektionserreger sich an irgend einer Stelle im Körper ansiedelt und von da aus vergiftend wirkt; — und dann solche, bei denen eine Allgemeinverbreitung des Infektionserregers im Körper, namentlich im Blute erfolgt, wodurch das Leben ebenfalls bedroht wird.

Außer diesen zwei Haupttypen gibt es nun aber eine ganze Menge von Zwischenformen bei bakteriellen Erkrankungen, die ein gemischtes Verhalten zeigen, ohne daß wir hierauf näher eingehen könnten.

## Veränderlichkeit der Virulenz (Giftigkeit).

Bei alledem ist nun eine Tatsache von größter Bedeutung, nämlich die, daß ein und der nämliche Krankheitserreger keineswegs immer die gleiche Gefährlichkeit besitzt. Die Franzosen haben hierfür das Wort „Virulenz" eingeführt (von dem lateinischen virus = Gift, also soviel als Giftigkeit), welches in der Wissenschaft allgemein angenommen ist. Es gibt also virulente Diphtheriebakterien und nicht oder schwach virulente, es gibt virulente Milzbrandbacillen und solche, die es nicht sind u. s. w. Zwischen den beiden Endpunkten aber, der vollen Virulenz und der vollen Nicht-Virulenz, gibt es eine Menge von Übergängen und Zwischenzuständen. Diese wichtigen Tatsachen, für die ich schon 1878 beim Milzbrandbacillus die ersten Beweise liefern konnte, wurden lange Zeit von anderen Forschern bestritten, aber sie haben sich allmählich als vollkommen feststehend und unbestreitbar herausgestellt.

Es kommt also, wenn ein Infektionserreger in den Körper eindringt, sehr viel darauf an, ob derselbe virulent ist oder nicht, und im ersteren Falle, in welchem Grade. Je nachdem wird der Organismus imstande sein, die Infektion zu überwinden, oder er wird schwer erkranken und vielleicht erliegen müssen. Wir sehen bei Epidemien häufig, daß die Gefährlichkeit der Krankheit während des Verlaufes der Epidemie sich ändert, daß anfangs die schweren Fälle vorherrschen, gegen das Ende der Epidemie aber die Erkrankungen immer milder und gefahrloser werden. So ist es regelmäßig bei der asiatischen Cholera. Auch bei Typhus gibt es schwere Epidemien, in denen ein großer Prozentsatz von Erkrankungen zum Tode

führt, und anderseits leichte, bei denen die allermeisten oder alle Fälle überhaupt mit Genesung enden. Diese Verschiedenheiten hängen mit der verschiedenen Virulenz des Infektionserregers zusammen.

Man kann nun, wie Pasteur anfangs der achtziger Jahre gezeigt hat, die Virulenz künstlich abschwächen (auf anderem Wege, als ich dies 1878 erreicht hatte) und dadurch ungefährliche Infektionserreger gewinnen, die nun nach der epochemachenden Entdeckung des genannten Forschers als Schutzimpfungsstoffe Verwendung finden können. Es ist dies wesentlich der gleiche Weg, den schon Jenner mit seiner Kuhpockenimpfung so erfolgreich eingeschlagen hatte. Wie hier durch Einführung des abgeschwächten Pockenerregers — denn die Kuhpockenlymphe enthält als wirksamen Stoff den Erreger der echten Pocken, aber in abgeschwächtem Zustand — der menschliche Organismus unempfänglich gemacht wird gegen den virulenten Blatternerreger, ebenso gelang dies Pasteur bei der sogen. Hühnercholera, dann bei Milzbrand, später bei Schweinerotlauf, Rauschbrand und namentlich bei der Wutkrankheit des Menschen. Wir wollen übrigens das Thema der Schutzimpfung hier verlassen, um später im Zusammenhang mit anderen Fragen nochmal darauf zurückzukommen.

## Eintritt der Infektionserreger in den Körper.

Der Erfolg einer Infektion mit Infektionserregern hängt nicht nur von dem Virulenzgrade der letzeren ab, sondern auch von der Art und dem Orte seines Eintritts in den Körper. Ein sehr auffälliges Beispiel dafür sehen wir beim Milzbranderreger. Obwohl Mäuse für Milzbrand sehr empfänglich sind, so kann man ihnen doch gewaltige Mengen von virulenten Milzbrandbakterien und zwar in der höchst widerstandsfähigen Form der sogen. „Sporen" (ähnlich den Samen höherer Pflanzen) mit dem Futter beibringen, ohne daß sie daran erkranken und zu Grunde gehen. Die Milzbrandsporen durchwandern den ganzen Darmkanal des Tieres, können aber von da in der Regel — außer bei zufälligen Verletzungen der Darmwand — nicht ins Blut gelangen. Die geringste Menge von solchen virulenten Milzbrandbakterien unter die äußere Haut der Tiere *eingebracht* tötet dieselben dagegen sicher.

In ähnlicher Weise haben die meisten Infektionserreger ihren Angriffsort, von dem aus sie allein dem Organismus gefährlich werden können. Beispielsweise können Cholera- und Typhusbakterien, im Gegensatze zu dem, was wir soeben vom Milzbranderreger sahen, nur vom Darmkanal aus wirksam werden, Diphtheriebakterien hauptsächlich von der Rachenschleimhaut aus, die Erreger des Wundstarrkrampfes, ferner jene der Wundinfektionskrankheiten hauptsächlich nur von verletzten Stellen der Oberhaut aus u. s. w.

Wenn nun aber Infektionserreger von der für ihren Angriff am meisten geeigneten Stelle aus in den Körper eingedrungen sind, dann äußern sie im Innern des Körpers ihre krankmachenden Wirkungen, und zwar entweder durch Giftbildung, wovon bereits früher die Rede war, oder durch schrankenlose Vermehrung und dadurch bedingte Störungen namentlich in der Blutbeschaffenheit, was ebenfalls schon erwähnt wurde. Nicht berührt wurde dagegen ein weiterer, ungemein wichtiger, weil sehr häufig vorkommender Fall. Bei vielen Infektionskrankheiten pflegen sich nämlich Entzündungen innerer Organe einzustellen, und diese sind ebenfalls Wirkungen der Krankheitserreger. Die Entstehung dieser Entzündungen hängt, wie ich nachweisen konnte, großenteils damit zusammen, daß die Bakterien, nachdem sie in die Gewebe eingedrungen sind und dort sich vermehrt haben, ebendaselbst auch massenweise wieder zu Grunde gehen und dabei ihren Zellinhalt, der auf tierische Organe und Gewebe einen krankhaften Reiz ausübt, zur Ausscheidung bringen. In dieser Weise haben wir uns z. B. das Entstehen einer Lungenentzündung durch das Zugrundegehen der in der Lunge angehäuften Bakterien zu denken.

Dieses Zugrundegehen der Krankheitserreger im Körper und in seinen Organen bringt uns ferner auf etwas Weiteres. Mit diesem Vorgang hängt nämlich die Heilung der Infektionskrankheiten aufs innigste zusammen. Nicht jede Infektion führt ja bekanntlich zum Tode, sondern die meisten gehen glücklicherweise in Heilung über. Und diese Heilung kann nur durch die Vernichtung der in den Körper eingedrungenen Bakterien herbeigeführt werden. Es ist also ein regelrechter Kampf, der sich dabei abspielt, und wir müssen uns mit der Betrachtung der Waffen, die da zur Verwendung kommen, noch etwas näher beschäftigen.

## Schutzeinrichtungen des Körpers.

Auch der menschliche und tierische Körper besitzt nämlich Waffen gegenüber den fremden Eindringlingen. Und schon von vornherein wird es denselben nicht immer leicht gemacht, sich in den Geweben des Körpers anzusiedeln. Es wäre eine sehr irrige Vorstellung, wenn man glauben wollte, daß sich der lebende Körper deshalb, weil derselbe vorwiegend aus Eiweißkörpern besteht, welche für Bakterien sehr gut ernährend wirken, etwa wie eine tote Nährsubstanz für Bakterien verhalten müßte. Der große Unterschied tritt deutlich zu Tage, wenn wir daran denken, wie sich die Vorgänge nach dem Tode des Organismus gestalten.

Sobald das Leben in einem größeren Organismus z. B. einem Säugetiere erloschen ist, so dauert es gar nicht lange, bis die im Darmkanal stets vorhandenen Fäulniserreger von dort in die übrigen Organe und Gewebe des Körpers einzuwandern und dort ihre zersetzende Wirksamkeit im größten Maßstabe auszuüben beginnen. Also, obwohl diese Fäulniserreger schon während des Lebens immer im Darmkanal anwesend, also immer gleichsam auf dem Sprung sind, sich ihrer Beute zu bemächtigen, so gelingt ihnen dies doch erst nach dem Tode des Organismus. Und genau ebenso ist es natürlich auch mit denjenigen Fäulniserregern, die von außen, an zufällig verletzten Stellen mit dem Organismus, mit den Geweben in Berührung kommen. Auch diese sind zur Wirkungslosigkeit verdammt, solange das Leben vorhält. Die lebenden Organe schließen jede Fäulniserscheinung aus. Die Leiche aber fällt alsbald der Fäulnis und der Zersetzung anheim.

Daraus geht also zweifellos hervor, daß mit dem lebenden Zustand irgend welche besondere und bestimmte Zustände und Wirkungen verknüpft sein müssen. Was ist nun dies? Ist es die „Lebenskraft", die „anima" oder tierische Seele, wie der berühmte Arzt und Philosoph Stahl dereinst gemeint hat?

Wir können darauf heute eine ziemlich bestimmte Antwort geben. Es läßt sich nämlich zunächst durch Experimente*) der genaue Beweis liefern, daß das frisch der Ader entnommene Blut gesunder Tiere und Menschen auf die meisten Bakterien-

*) Es handelt sich hier der Hauptsache nach um Forschungen des Verfassers dieser Schrift, Prof. Buchner.

arten, und darunter gerade auch die krankheitserregenden und ferner auf Fäulnisbakterien eine abtötende Wirkung ausübt.

Das Blut besteht wesentlich aus drei Bestandteilen; einmal den roten Blutkörperchen, welche etwa so groß sind wie die Hefezellen, von denen im vorigen Vortrag die Rede war. Diese sind die Ursache der prachtvoll roten Färbung des Blutes, denn der flüssige Bestandteil desselben, das sogen. Blutplasma, besitzt an und für sich nur eine schwache gelbliche Färbung, etwa wie Weißwein. Wenn das Blut aus den Blutgefäßen austritt, scheidet das Blutplasma eine feste Substanz, den Faserstoff aus. Diese Ausscheidung liegt der bekannten Gerinnung des Blutes zu Grunde. Die Flüssigkeit, die aus dem geronnenen Blute austritt, wird Blutwasser oder Blutserum genannt. Sie ist im wesentlichen das Blutplasma ohne Faserstoff. Ein dritter und letzter Bestandteil des Blutes sind endlich die in verhältnismäßig geringerer Zahl in demselben enthaltenen weißen Blutkörperchen, von denen wir später noch näher zu sprechen haben.

Das Blutwasser oder Blutserum äußert nun die erwähnten bakterienfeindlichen Eigenschaften und Wirkungen. Beispielsweise Typhus- oder gewöhnliche Fäulnisbakterien, die in solches, frisch aus dem Tier gewonnenes Blutserum verbracht werden, können sich hier nicht vermehren, sondern gehen in einiger Zeit, längstens in 24 Stunden vollständig in demselben zu Grunde. Zwar kann man nach dieser Zeit noch die getöteten Bakterien mikroskopisch nachweisen, aber es ist unmöglich, sie wieder zum Leben und zur Vermehrung zu bringen. Das Blutserum hat in dieser Beziehung im wesentlichen die gleiche Wirkung, wie das volle unveränderte Blut, und wir können sagen, daß im Blute bezw. in dem Blutplasma und Blutserum ein besonderer Stoff gelöst enthalten sein muß, welcher auf die Bakterien so verderblich einwirkt.

Wenn man nun das Blutserum verschiedener Tiere, von Kaninchen, Meerschweinchen, Hunden, Pferden und schließlich vom Menschen vergleichend prüft, so zeigt sich, daß dieselben nicht alle in gleicher Weise, sondern die einen stärker, die anderen schwächer abtötend auf Bakterien wirken. Besonders kräftig wirkt in dieser Beziehung gerade das Blutserum des Menschen. Und ferner zeigt sich, daß die einen Serumarten besonders auf

bestimmte Bakterienarten, die anderen wieder auf andere Arten einen stärker schädigenden Einfluß ausüben.

Aus letzterer Erfahrung müssen wir schließen, daß die Blutserumarten verschiedener Tiere nicht ganz den nämlichen Stoff, sondern nur sehr ähnliche, in ihrer Wirkung wesentlich übereinstimmende Stoffe enthalten. Um eine bequeme Bezeichnung zu haben, nennen wir dieselben **Schutzstoffe** oder **Alexine** (von ἀλέξειν [griech., alexein] = abwehren), weil diese Stoffe offenbar dazu bestimmt und geeignet sind, dem tierischen Körper gegen die Angriffe der Bakterien Schutz zu gewähren.

Über die nähere Natur dieser merkwürdigen Alexine wissen wir nur, daß sie zu den eiweißartigen Stoffen gehören, und ferner, daß sie zu den im Serum vorhandenen Mineralsalzen in einer besonderen Beziehung stehen. Entzieht man nämlich dem Blutserum auf künstliche Weise seinen Gehalt an Mineralsalzen, namentlich an Kochsalz, so verschwindet die bakterienfeindliche Wirkung, kann aber durch Wiederersatz der Salze wiederhergestellt werden.

Es liegt darin nichts besonders Überraschendes, nachdem man weiß, daß der Tierkörper der Mineralsalze zu den Verrichtungen aller seiner Organe unbedingt benötigt. Entzieht man versuchsweise einem Tiere, bei sonst reichlicher Fütterung, alle Mineralsalze aus der Nahrung, gibt man ihm absolut salzfreies Fleisch, Fett u. s. w., so treten bald Störungen in der Gesundheit auf, welche allmählich zum Tode führen müßten. Wir können aus dieser Tatsache wohl begreifen, daß auch die Alexine, nachdem dieselben einmal zu den eiweißartigen Substanzen gehören, beim Mangel an Salzen ihre richtige Zusammensetzung und damit ihre Wirksamkeit verlieren.

Eine andere, weit auffallendere Eigenschaft der Alexine ist dagegen ihre große Vergänglichkeit. Nur in frisch entzogenem Blut und Serum finden wir kräftige bakterienfeindliche Wirkungen. Nach längerer Aufbewahrung vermindern sich die letzteren immer mehr und schließlich ist gar nichts mehr davon wahrzunehmen. D. h. die ins Blut oder Serum eingebrachten Bakterien gehen jetzt in demselben nicht mehr zu Grunde, sondern fangen sofort an, sich zu vermehren, ebenso wie sie dies in einer gewöhnlichen toten Nährlösung tun würden.

Diese Zerstörung der Alexine tritt rascher ein in der *Wärme,* viel langsamer in der Kälte. In Eiswasser auf-

bewahrt hält sich Blut und Serum ziemlich lange, ein bis zwei Wochen lang mit noch nachweisbarer bakterienfeindlicher Wirksamkeit. Bei höherer Temperatur dagegen tritt der Verlust dieser Eigenschaften sehr rasch ein, bei 45° C. schon nach sechs Stunden, bei 55° C. schon in einer halben Stunde und bei 60° C. in weniger als zehn Minuten. Außer der Wärme übt auch das Licht eine zerstörende Wirkung auf die Alexine aus, wie sich dartun läßt, wenn man Blutserum in einem Glasgefäß dem Sonnenlicht aussetzt und dann auf seine bakterienfeindliche Wirksamkeit prüft. Dieselbe zeigt unter diesen Umständen sehr bald eine bedeutende Abnahme.

Nach alledem haben offenbar die Alexine eine ungemein wichtige Bedeutung für den Schutz des Körpers gegen die Angriffe der Bakterien. Sie sind es in erster Linie, welche den Unterschied zwischen einem lebenden und toten Organismus in seinem Verhalten gegen die Fäulnisbakterien bedingen. Denn wir haben soeben gesehen, daß die Alexine selbst ziemlich veränderlicher Natur sind, und so begreift es sich, daß sie nach dem Tode, in der Leiche, wenn eine Neubildung an ihnen ausgeschlossen ist, ihre Schutzwirkung bald verlieren.

Es muß übrigens hinzugefügt werden, daß nicht nur im Blute Schutzstoffe vorhanden sind, sondern auch in anderen Körperflüssigkeiten, Geweben und Organen. Doch scheint das Blut stets einen besonders großen Vorrat davon zu besitzen, weshalb es auch am leichtesten ist, die bakterienfeindlichen Wirkungen dort durch Versuche nachzuweisen.

Da entsteht nun zunächst die weitere Frage, wo wir den Ursprung der im Blute vorhandenen gelösten Alexine zu suchen haben? Nach allem unserem sonstigen Wissen müssen wir denselben in irgend welchen Körperzellen, d. h. in sichtbaren geformten Bestandteilen des Körpers vermuten, von denen derselbe ins Blut ausgeschieden werden muß. In der Tat sind die bezüglichen Forschungen so weit vorangeschritten, daß man sagen kann: wenigstens zum Teil liegt die Quelle der Alexine in jenem oben erwähnten dritten Bestandteil des Blutes, in den sogen. weißen Blutkörperchen oder auch Leukocyten, wie man dieselben mit einem griechischen Ausdruck in der Wissenschaft bezeichnet.

Diese weißen Blutkörperchen oder Leukocyten, auch Wanderzellen genannt, weil sie im ganzen Körper in und außerhalb

der Blutbahn umherwandern können, sind überhaupt so merkwürdige Gebilde, daß wir uns mit ihnen noch etwas näher befassen müssen.

## Metschnikoffs Freßzellentheorie.

Von Seite des russischen Gelehrten Prof. Elias Metschnikoff (jetzt im Institut Pasteur in Paris) wurde nämlich vor mehr als fünfzehn Jahren schon die wegen ihrer Merkwürdigkeit berühmt gewordene sogen. Freßzellentheorie aufgestellt, wonach der Schutz des Körpers gegen die Angriffe der Bakterien in erster Linie dadurch bedingt sein soll, daß die Wanderzellen oder Leukocyten (übrigens auch andere Körperzellen) befähigt sind, die eingedrungenen Bakterien in ihr Inneres aufzunehmen, zu fressen, und schließlich in ihrem Inneren zu verdauen und zu vernichten. Wie dieser Vorgang unter dem Mikroskop sich darstellt, darüber vermag Fig. 27, welche verschiedene Freßzellen in ihrer Tätigkeit darstellt, eine annähernde Vorstellung zu geben.



Fig. 27. Freßzellen m. Bakterien in ihrem Innern.

Zum Auffressen kleiner Körperchen sind die Wanderzellen dadurch befähigt, daß ihre Substanz weich und halbflüssig ist. Sie können beliebig ihre Gestalt verändern, Fortsätze ausstrecken, dadurch kleine Gegenstände umfließen und dieselben so in ihr Inneres befördern. Übrigens fressen sie nicht nur Bakterien, sondern auch leblose Körnchen, z. B. Zinnoberkörnchen, und zeigen also überhaupt eine ziemliche Gefräßigkeit.

Metschnikoff nimmt also, gestützt auf seine Untersuchungen, an, daß diese Freßzellen gleichsam die Polizei im Organismus darstellen, bereit, jeden unberechtigten Eindringling sofort zu verhaften und schließlich zu beseitigen. Die Widerstandsfähigkeit des Körpers gegen Bakterien, die Heilung von Infektionskrankheiten, schließlich auch die sogen. Immunität, von der wir später noch zu sprechen haben, sollen in ausschlaggebender Weise hierdurch bedingt sein. Tatsächlich hat Metschnikoff den Beweis geliefert, daß bei einer Reihe von Bakterienkrankheiten, *sobald* Heilung eintritt, sich überall im Gewebe Freßzellen,

vollgepfropft mit Bakterien, vorfinden, während umgekehrt bei tödlich verlaufenden Erkrankungen kein Auffressen der Bakterien oder wenigstens ein weit geringeres stattfindet.

Die Sache scheint also ihre Richtigkeit zu haben, zumal man überall, bei fast allen Bakterieninfektionen, auch beim Menschen, reichlich dahin gehörige Befunde machen kann. Beispielsweise in jedem Auswurf von katarrhalischer Erkrankung finden sich mikroskopisch reichlich Wanderzellen und andere ähnliche Zellen mit massenhaften Bakterien in ihrem Innern, und ebenso ist dies beim Eiter aus Abscessen u. s. w. der Fall.

Trotzdem kann die Auffassung von Metschnikoff nicht als strenge gültig erachtet werden, insofern der Vorgang des Auffressens und des Aufgefressenwerdens der Bakterien von Seite der Körperzellen nicht die einzige Waffe bei der Abwehr der Bakterienangriffe von Seite des Körpers ist. Damals, als Metschnikoff seine Lehre zuerst aufstellte, wußte man nämlich noch nichts von den bakterienfeindlichen Wirkungen des Blutes, und so war es begreiflich, daß die Tätigkeit der Freßzellen als das allein Entscheidende erschien. Jetzt wissen wir aber, daß Bakterien auch vielfach, ohne überhaupt mit Freßzellen im Körper in Berührung gekommen zu sein, ohne also gefressen zu werden, doch in den Körpersäften, im Blute u. s. w. zu Grunde gehen.

Der tierische und menschliche Organismus erwehrt sich also der Angriffe von Seite der Bakterien nicht allein dadurch, daß seine Wanderzellen die Angreifer auffressen. Sondern die Abwehr erfolgt schon sofort beim Betreten des verbotenen Terrains durch die mehrfach erwähnten Schutzstoffe, welche in den Körpersäften gelöst sind, ähnlich wie wir Desinfektionsmittel gegen die Bakterien anwenden, um dieselben zu vernichten.

Dieser Vorgang liegt also mehr auf chemischem Gebiete, aber der Unterschied gegenüber einer gewöhnlichen Desinfektion besteht darin, daß die Alexine, welche der Körper zur Desinfektion in seinem Innern anwendet, für ihn selbst ganz unschädlich sind, während die Desinfektionsmittel, welche wir anwenden, wie Karbolsäure, Sublimat, Salicyl- und Borsäure u. s. w. zwar außerhalb des Körpers zur Vernichtung von Krankheitserregern recht gut zu gebrauchen sind, aber innerhalb des Organismus gar nichts taugen, weil sie insgesamt dort als Gifte wirken und daher den Schaden, den sie verhüten sollten,

erst noch vergrößern. Damals, als die Bakterien und ihre krankheitserregenden Wirkungen zuerst bekannt wurden, haben allerdings manche die kühne Hoffnung gehegt, man werde auch im Innern des Körpers durch Darreichung großer Mengen von Desinfektionsmitteln eine innerliche Desinfektion bewirken können; aber die angestellten Versuche haben diese Hoffnungen vollständig zu Schanden gemacht, und es ist nur Ungünstigstes bei diesen Versuchen herausgekommen. Wie die Heilung von Bakterienkrankheiten übrigens auf natürlichem Wege erfolgt, und was dazu künstlich beigetragen werden kann, um die Heilung zu befördern, darauf werden wir sogleich noch zu sprechen kommen.

Mit außerordentlichem Scharfblicke hat Metschnikoff erkannt, daß den weißen Blutkörperchen oder Leukocyten eine hervorragende Bedeutung im Kampfe des Organismus gegen die eingedrungenen feindlichen Kleinwesen zukommt. Ihre Bedeutung erscheint uns heute noch größer, da sie nicht allein durch ihre Freßtätigkeit dabei zur Wirkung kommen, sondern, wie durch die Untersuchungen Buchners und anderer wahrscheinlich geworden ist, auch an der Absonderung der Alexine beteiligt sind. Die Wanderzellen senden also gleichsam Geschosse ab und verwunden und töten dadurch einen Teil der eingedrungenen Krankheitserreger; einen anderen Teil der Feinde fressen sie auf und vernichten sie in ihrem Innern.

In dieser Auffassung finden wir zugleich die Erklärung dafür, warum tatsächlich bei fast allen Bakterieninfektionen, welche in Heilung übergehen, sich massenweise die Wanderzellen in den erkrankten Geweben einfinden. Entzündete Organe sind stets durch und durch mit Wanderzellen erfüllt, ja man kann sagen, die örtliche Anhäufung von Wanderzellen ist sogar die wichtigste Erscheinung bei jedem Entzündungsvorgang. Welches dieser beiden Verteidigungsmittel des Organismus das wichtigere ist, ist allerdings noch zweifelhaft. Es ist eben noch fraglich, ob nicht die eingedrungenen Bakterien zuerst irgend eine chemische Schädigung erleiden müssen, damit die Leukocyten imstande seien, sie aufzufressen. Aber wie es sich auch damit verhalten möge, es dürfte schwer sein, wenn man das alles zum erstenmal hört, sich dem Erstaunen über die wunderbare Zweckmäßigkeit dieser Einrichtungen zu verschließen.

# Heilserum.

Im vorstehenden haben wir, allerdings nur in sehr kurzen Zügen, den Vorgang bei der Heilung vieler Infektionskrankheiten kennen gelernt. Aber dieses Schema gilt nicht für alle Infektionen. Bei denjenigen, welche durch vorwiegende Giftbildung von Seite der Bakterien (s. o.) ausgezeichnet sind, tritt etwas anderes als wesentlich in den Vordergrund, nämlich die Befähigung des Körpers zur Bildung von Gegengiften oder Antitoxinen (Toxin = Gift, Antitoxin = Gegengift).

Wir verdanken die Einsicht in diese Tatsachen einem deutschen Forscher, Behring, der ja durch die Entdeckung des Diphtherie-Heilserums auch bereits die größten praktischen Erfolge erzielt hat. Um diese Verhältnisse klar zu legen, müssen wir auf etwas früher Erwähntes, auf die Schutzimpfung mit abgeschwächten Krankheitserregern, zurückgreifen.

Bei Diphtherie, wie bei Wundstarrkrampf, zwei Infektionen, welche durch die dabei auftretende Giftbildung besonders ausgezeichnet sind, werden zur Schutzimpfung gar nicht einmal die lebenden abgeschwächten Infektionserreger erfordert, sondern es genügen hierzu die klar abfilterierten Kulturflüssigkeiten, in denen die betreffenden Bakterienarten vorher herangezüchtet wurden, und welche deshalb deren giftige Stoffwechselprodukte in großen Mengen enthalten. Behring hat nun entdeckt, daß man durch Einverleibung zuerst sehr kleiner, allmählich aber steigender Mengen von jenen giftigen Produkten Tiere gegen die betreffenden Gifte unempfänglich oder, wie man zu sagen pflegt, immun machen kann. Und diese Tiere sind dann auch zugleich immun gegen die lebenden Erreger des Wundstarrkrampfes.

Damit scheint aber zunächst noch wenig gewonnen. Es kam eben die weitere hochwichtige Entdeckung dazu, daß nun das Blut der immunisierten Tiere imstande ist, für andere Tiere als Heilserum zu wirken, und diese sofort gegen Diphtherie bezw. Wundstarrkrampf zu immunisieren. Der unverständliche, je nachdem auch gefährliche Prozeß der allmählichen Immunisierung ist also bei dem zweiten Tiere nicht mehr nötig. Man spritzt ihm etwas Blut oder noch besser Blutserum des ersten, bereits immunisierten Tieres ein und überträgt dadurch die Immunität desselben mit einem Schlage auf das zweite

Tier. Dieses Prinzip hat sich durchaus bewährt, und es hat sich gezeigt, daß man nicht nur unempfänglich machen kann gegen eine nachfolgende Gifteinverleibung, sondern auch eine schon bestehende Vergiftung in günstigem Sinne noch zu beeinflussen, zu heilen imstande ist. Diese Erkenntnis hat dann zu erfolgreichen Versuchen beim erkrankten Menschen Veranlassung gegeben, und so ist denn das Heilserum zunächst gegen Diphtherie als wichtigste medizinische Errungenschaft der Neuzeit dem praktischen Gebrauche übergeben worden.

Die Herstellung dieses Heilserums geschieht bekanntlich durch Immunisierung von Pferden, welche sich vorzüglich für diesen Zweck eignen. Es dauert aber lange, manchmal ein Jahr lang, bis die Tiere allmählich den erforderlichen Immunitätsgrad erreicht haben, um ein genügend wirksames Blutserum liefern zu können. Dabei müssen die Tiere natürlich sehr gut gefüttert werden und überhaupt eine sorgfältige Pflege erfahren, um die Behandlung gut zu überstehen. Die Blutentziehung gestaltet sich bei Pferden in Form des Aderlasses ganz überraschend leicht, und es hat durchaus keine Schwierigkeit, einem Pferd einige Liter Blut auf einmal zu entziehen, ohne daß es darunter im geringsten zu leiden hätte.

Die Wirkung des Heilserums wird, wie erwähnt, dadurch erklärt, daß dasselbe Antitoxin enthält, einen Stoff, der mit den Alexinen keineswegs verwechselt werden darf. Das Antitoxin, beispielsweise im Diphtherie-Heilserum, hat gar keine andere Wirkung, als nur diejenige, das Diphtheriegift unschädlich zu machen. Auf irgend ein anderes Gift ist dasselbe ganz ohne Einfluß, und ebenso wenig vermag es — im Gegensatz zu den Alexinen — die lebenden Bakterien zu vernichten. Das ist aber bei Diphtherie auch nicht erforderlich; denn mit den im Rachen angesiedelten Krankheitserregern der Diphterie wird der Organismus in der Regel selbst fertig, wenn ihnen nur die Waffe entrissen ist, durch die sie so gefährlich werden, wenn es nur gelingt, ihre Giftstoffe unschädlich zu machen.

Außer bei Diphtherie ist auch bei Wundstarrkrampf (= Tetanus), dieser furchtbaren und fast in der Mehrzahl der Fälle tödlichen Krankheit, ein Heilserum zu öffentlichem Gebrauche hergestellt. Bei anderen Bakterieninfektionen ist dies aber in wirklich brauchbarer und zuverlässiger Weise bis jetzt *nicht gelungen* (außer zum Teil bei Schweinerotlauf), was ver-

mutlich damit zusammenhängt, daß nirgends die Erscheinungen der Giftbildung so ausgesprochen sind, als eben bei jenen zwei Bakterieninfektionen. Bei allen anderen Bakterienkrankheiten ist man bis jetzt nicht imstande, so deutlich ein bestimmtes Gift nachzuweisen.

Wenn ein Mensch an Diphtherie oder an Wundstarrkrampf erkrankt, und wenn die Erkrankung von selbst ausheilt, so dürfen wir annehmen, daß es im menschlichen Körper in diesen Fällen ebenfalls zur Antitoxinbildung gekommen ist. Bei diesen Infektionskrankheiten beruht also die Heilung jedenfalls, zum Teil wenigstens, auf selbständiger Antitoxinbildung im Organismus.

## Desinfektion.

Wir müssen nun noch die Frage erörtern, was denn gegen die Infektionskrankheiten eigentlich zu tun sei? Wir wollen hier absehen von den Maßregeln der öffentlichen Gesundheitspflege, welche im großen Maßstab dieses Ziel anstreben, wie Wasserversorgung, Städtereinigung, Kanalisation und Abfuhr u. dgl. Diese wichtigen und höchst erfolgreichen Vorkehrungen, denen wir die zunehmende Gesundung unserer großen und kleinen Städte hauptsächlich zu danken haben, würden eine gesonderte Darstellung für sich verdienen. Hier kann und soll es sich dagegen nur um jene Maßnahmen handeln, welche gegen den Einzelfall gerichtet sind und für den Einzelnen persönliches Interesse haben können.

Da kommt naturgemäß vor allem die Vermeidung der Infektions- oder Ansteckungsgefahr in Betracht. Einige wichtige Gesichtspunkte hierüber sind schon in einem früheren Vortrag näher berührt worden, damals, als von der Verbreitung der Infektionserreger durch die Luft in Form von trockenen oder nassen Stäubchen die Rede war.*) Für diejenigen Fälle aber, wo die Infektionserreger an festen Gegenständen haften, von denen sie sich möglicherweise wieder ablösen und auf gesunde Personen übergehen können, gibt es hauptsächlich dreierlei Arten der Desinfektion, d. h. der Vernichtung der Krankheitserreger, von denen je nachdem die eine oder die andere zur Anwendung zu kommen hat.

---

*) 2. Vortrag S. 27, 28.

Die erste Art besteht in der Desinfektion durch Hitze. Heiße Wasserdämpfe von 100° C. oder wenigstens von Siedetemperatur — an den meisten Orten, abhängig von ihrer Höhenlage über dem Meeresspiegel, liegt der Siedepunkt um 1—2° tiefer als 100° — vernichten bei genügend langer, z. B. ½stündiger Einwirkung alle in Betracht kommenden Keime. Man pflegt deshalb heutzutage Betten, Kleider, Schuhe und andere Gegenstände, welche von Personen benutzt wurden, die an einer Infektionskrankheit (Diphtherie, Blattern, Scharlach u. s. w.) gelitten haben, in besonderen Desinfektionsapparaten, wie sie jetzt in den meisten Städten unter öffentlicher Kontrolle aufgestellt sind, durch Einwirkung heißer Dämpfe desinfizieren zu lassen. Die Gegenstände werden dadurch bei richtigem Verfahren nicht beschädigt und man kann sie dann ohne jedes Bedenken wieder in Gebrauch nehmen.

Ebenfalls durch Hitze desinfiziert man die von Kranken benutzte Wäsche, indem man dieselbe einfach im kochenden Wasser für einige Zeit verweilen läßt. Die Hitze dient ferner dazu, um Flüssigkeiten, die wir zu genießen beabsichtigen, von eventuell darin vorhandenen Krankheitserregern zu befreien. Dies gilt namentlich für die Kuhmilch, weil die Gefahr besteht, daß bei perlsüchtigen (= tuberkulösen) Kühen die Tuberkelbacillen in die Milch übergehen und in den Verdauungskanal des Menschen gelangen können. Für Säuglingsernährung bedient man sich deshalb bekanntlich des Soxhletschen Verfahrens, welches wesentlich darin besteht, daß die gesamten, für den ganzen Tag bestimmten Milchportionen von vornherein in einzelne Fläschchen verteilt und in diesen, unter Luftabschluß, durch Siedehitze von Tuberkelbacillen und anderen schädlichen Keimen befreit werden. Hierher gehört auch das Abkochen des Trinkwassers vor dem Genusse, welches immerhin das einfachste und sicherste Mittel darstellt, um verdächtiges Wasser genießbar zu machen. Wenn man dasselbe nachher gründlich abkühlt oder mit etwas Teeaufguß vermischt, so läßt sich auch von Seite des Wohlgeschmacks nicht viel einwenden.

Bemerkt sei, daß bei Gegenständen, welche hohe Hitzgrade ertragen, auch trockene Hitze zur Desinfektion, d. h. völliger Befreiung von Keimen, angewendet werden kann. Nur muß dann die Erhitzung in einem besonderen Apparat geschehen und *viel höher*, für ½ Stunde bis auf 150—160° C. getrieben

werden. In solcher Weise desinfiziert man beispielsweise die Glasgefäße für alle wissenschaftlichen bakteriologischen Untersuchungen. Man könnte auch die Instrumente des Chirurgen so desinfizieren, wenn diese nicht durch die starke Hitze Schaden nehmen würden. Deshalb wird hier das Auskochen in einer schwachen Sodalösung, welche 10 g Soda auf 1 l Wasser enthält, vorgezogen, weil diese die feineren Instrumente nicht angreift und doch dem angestrebten Zweck genügt, indem alle anhaftenden Krankheitskeime vernichtet werden.

Eine andere Art von Desinfektion ist diejenige durch chemische Desinfektionsmittel. Sublimatlösung (1 g auf 2 l destilliertes Wasser) spielt hier die Hauptrolle, namentlich für die Desinfektion der Hände und ferner zum Aufwaschen des Stubenbodens von Krankenzimmern, worauf dann noch ein gründliches Scheuern zu folgen hat. Zum Abreiben von hölzernen Möbeln und anderen Gegenständen verwendet man seit lange Karbolsäurelösung (20 g Karbolsäure auf 1 l Wasser) oder statt dessen besser Kresollösung (z. B. 10 ccm Trikresol. auf 1 l Wasser) oder eine Kresol-Seifenlösung (z. B. 20 ccm Lysol auf 1 l Wasser), welche letztere wegen ihres Gehaltes an Seife zugleich auch vorzüglich reinigt. Zur Desinfektion von Darmausleerungen kranker Personen kann zweckmäßig Kalkmilch verwendet werden, welche man schon vorher in die Leibschüssel gibt (50 ccm Kalkmilch, welche aus 1 Teil gelöschten Kalkes auf 3 Teile Wasser bereitet wird). Zur Abortgrubendesinfektion empfiehlt sich Chlorkalk, doch ist es immer schwierig, in den Gruben eine wirkliche Durchmischung ihres Inhalts mit dem Desinfektionsmittel zu erzielen. Will man nur den üblen Geruch des in Zersetzung begriffenen Grubeninhalts beseitigen, so genügt eine verhältnismäßig geringe Menge von Saprol, welches sich an der Oberfläche des Grubeninhalts in ganz dünner Schicht ausbreitet und einen Abschluß gegen die Luft bildet. Weit vortrefflicher als dieses mangelhafte Hilfsmittel funktioniert freilich dort, wo man Kanalisation, Wasserkloset u. s. w. nicht haben kann, das Torfstreukloset, da Torfmull die Fähigkeit besitzt, die Riechstoffe in sich aufzunehmen, die Flüssigkeiten zu binden und dadurch Fäulnisprozesse zu verhindern. Durch Imprägnieren mit Schwefelsäure kann Torfmull auch in ein wirksames Desinfektionsmittel umgewandelt werden.

Die Aufzählung dieser chemischen Desinfektionsmethode

bliebe unvollständig, wenn dabei eines neuen wesentlichen Fortschritts in bezug auf die Desinfektion von Krankenzimmern nicht Erwähnung geschähe. Es ist dies die sogenannte Formaldehyddesinfektion. Durch Verdampfen oder Versprayen einer Formaldehydlösung („Formalin", „Formol" = einer ca. 40%igen Lösung von Formaldehyd in Wasser) kann man mit verhältnismäßig geringen Kosten und ohne die zu desinfizierenden Gegenstände zu beschädigen in kurzer Zeit verläßliche Desinfektion aller freien Oberflächen der Wände, Möbel u. s. w. eines Zimmers erzielen, wodurch das ganze Desinfektionsverfahren in hohem Grade an Zuverlässigkeit und Einfachheit gewonnen hat.

## Widerstandsfähigkeit des Organismus.

Darf man sich auf die Desinfektion, auf die Vernichtung der Infektionserreger, auf das strenge Vermeiden jeder Berührung mit ihnen verlassen? Es wäre ein höchst einseitiger und bedenklicher Standpunkt, wenn man das tun wollte, zumal eine solche Angstmeierei, die den Menschen für das praktische Leben ganz unbrauchbar machen würde, doch nie zu einer absoluten Sicherheit führen kann. Das Richtige ist also, die Infektionsgefahren, soweit es eben möglich und mit sonstigen Pflichten vereinbar ist, zu meiden — beispielsweise auch mit dem Küssen von Kindern vorsichtig zu sein, da man unter Umständen sehr leicht Infektionserreger auf diese Weise übertragen kann — im übrigen aber dahin zu trachten, daß man im Notfall die genügende Widerstandsfähigkeit gegen Infektionen besitzt bezw. erwirbt.

Daß es überhaupt eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Infektion geben kann, sehen wir aus vielen Erfahrungen. Beispielsweise das Auftreten der Tuberkulose wird zweifellos durch schlechte Ernährung und ferner durch sonstige hygienisch ungünstige Lebensweise, schlechte Luft, wenig Licht u. s. w. befördert. Umgekehrt wissen wir aus den vortrefflichen Heilerfolgen der neueren diätetisch-hygienischen Behandlungsweise der Lungentuberkulose, daß reichliche Ernährung, zweckmäßige Abhärtung, mäßige Bewegung, sehr viel Aufenthalt in freier Luft, kurzum alle die Einflüsse, welche das Gesamtgedeihen des Körpers befördern, auch die Widerstandsfähigkeit gegen den *Tuberkelbacillus* wesentlich erhöhen können, bis zur völligen

Ausheilung der Erkrankung. Alle die genannten Kurmittel und Methoden können ja selbstverständlich nicht direkt auf den Tuberkelbacillus, der in der erkrankten Lunge sich eingenistet hat, schädigend einwirken. Wenn wir dem Patienten gute kräftige Nahrung verabreichen, so ist natürlich keine Rede davon, daß die Nahrungsstoffe etwa wie Desinfektionsmittel den Tuberkelbacillus direkt schädlich beeinflussen könnten. Und doch sehen wir allmählich eine unverkennbare Einwirkung auf letzteren, die Bacillen im Auswurf werden immer weniger, hören zuletzt ganz auf, und die erkrankte Lunge heilt aus, d. h. die Bacillen in ihr sterben ab. Alles dies läßt sich nur aus der erhöhten Widerstandsfähigkeit des Körpers, aus seinem stärkeren Abwehrbestreben gegen die Infektionserreger erklären. Worin diese erhöhte Widerstandsfähigkeit des Körpers bestehen dürfte, das können wir uns nach den früheren bezüglichen Ausführungen ungefähr vorstellen.

Die hygienische Lebensweise, worüber in den vorausgehenden Vorträgen verschiedenes enthalten ist, soll hauptsächlich in dieser erhöhten Widerstandsfähigkeit ihren Erfolg äußern. Dazu gehört außer einer zweckmäßigen Ernährung namentlich auch entsprechende Abhärtung, ferner auch genügende Körperbewegung. Und dann gehört auch dazu, was viele heutzutage nicht wissen oder wenigstens nicht beachten, daß man nicht etwa durch schädliche Lebensgewohnheiten, z. B. durch übermäßiges Trinken von alkoholhaltigen Getränken die Widerstandsfähigkeit direkt beeinträchtigen darf. Jeder erfahrene Arzt weiß genug davon zu erzählen, wie oft Personen im Falle einer ernsteren Erkrankung, z. B. einer Lungenentzündung, nur deshalb zu Grunde gehen, weil durch den langjährigen Mißbrauch von Wein oder Bier oder Branntwein ihr Organismus die erforderliche Widerstandsfähigkeit längst verloren hat.

Im ganzen also sei die Losung: weniger Furcht vor den Bakterien und dafür mehr wirkliche Abwehr gegen dieselben, nicht nur durch Desinfektion, die sehr häufig auch durch strenge Reinlichkeit ersetzt werden kann, sondern namentlich durch bewußte Pflege und Entwicklung der natürlichen Widerstandsfähigkeit unseres Körpers. Und dabei soll schließlich nicht vergessen werden, daß unter Umständen sogar auch seelische Zustände für die Widerstandsfähigkeit eine Bedeutung haben können. Ebenso wie Kummer und Sorge erfahrungsgemäß

den Ausbruch schwerer Erkrankungen befördern, ebenso müssen umgekehrt heitere Gedanken und eine zuversichtliche Sinnesart die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten günstig beeinflussen können, weshalb — gegenüber der heutzutage so vielfach übertriebenen Bacillenangst und Schwarzseherei — auch aus rein hygienischen Gründen jene angenehmeren optimistischen Gefühlsregungen, welche freilich nicht in Sorglosigkeit ausarten dürfen, aufs entschiedenste zu empfehlen sind.

---

Wir sind nun am Ende unseres Themas. Indem ich Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit danke, möchte ich nur noch meinen Wunsch dahin aussprechen, daß diese Volkslehrkurse, welche unter so günstigen Auspizien dieses Frühjahr in München begonnen haben, sich dauernd einbürgern möchten. Die Wissenschaft gibt uns in vielen Fällen praktische Belehrung; sie hat aber noch weit höheren Wert, sie macht uns mit Wahrheiten bekannt. Es gibt heutzutage so vieles, was uns Menschen voneinander trennt, aber ein Boden, auf dem alle sich vereinigen können, ist eine erkannte Wahrheit. Jeder Mensch muß das, was ihm vollständig klar gemacht ist, einsehen und sich auf Grund dessen mit einem anderen verständigen können. Und so glaube ich denn, daß die Ausbreitung des Wissens an und für sich hohen idealen Wert besitzt und deshalb wünsche ich, daß die Universitäts-Volkslehrkurse weiter gedeihen mögen.

## Gesundheit und Krankheit in der Anschauung alter Zeiten. Von Prof. Troels-Lund. Autorisierte Übersetzung von L. Bloch. Mit einem Bildnis des Verfassers. Geheftet *M.* 4.—; geschmackvoll geb. *M.* 5.—

„Aus diesem langen, und für die Geschichte der Heilkunst so bedeutungsvollen Zeitraum werden die wichtigsten Epochen herausgegriffen und mit solcher Wärme und von so erhabenen Gesichtspunkten vorgetragen, daß man die aktuellsten Begebenheiten zu lesen meint, und selbst der Fachmann sich verwundert fragt, ob das, was er da liest, thatsächlich dieselben Geschichtsdaten und Reflexionen sind, mit denen ihn einst akademische Vorlesungen bekannt gemacht haben. Das Buch giebt uns gewissermaßen Momentbilder aus der vielhundertjährigen Entwicklung, welche die medizinische Wissenschaft durchmachen mußte, um auf die heutige hohe Stufe zu gelangen."
(Der Odd-Fellow 1901, Nr. 23 vom 1. Dezember 1901.)

„Das Buch ist eine außerordentlich interessante kulturhistorische Studie, interessant, weil sie, auf sorgfältig gesammeltem Quellenmaterial beruhend, psychologische Dokumente von eigenartigem Werte nach Entstehung und Zusammenhang durchforscht. Ihr Forschungsgebiet berührt sich aufs innigste mit der Wunderwelt, die die dichtende, ratende, suchende Volksseele aus den Rätseln des Lebens geschaffen; sie giebt zahlreiche Betrachtungen von religionsphilosophischem wie völkerpsychologischem Interesse und wird deshalb nicht nur dem Mediziner, sondern dem Gebildeten überhaupt eine Fülle von Anregung und Genuß bieten." (Die Frau, Dezember 1901.)

## Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten. Von Prof. Troels-Lund. Autorisierte Übersetzung von L. Bloch. 2. Auflage. In Leinwand geschmackvoll gebunden *M.* 5.—

„. . . Es ist eine wahre Lust, diesem kundigen und geistreichen Führer auf dem langen, aber nie ermüdenden Wege zu folgen, den er uns durch Asien, Afrika und Europa, durch Altertum und Mittelalter bis herab in die Neuzeit führt. . . . Es ist ein Werk aus einem Guß, in großen Zügen und ohne alle Kleinlichkeit geschrieben. . . . Überhaupt möchten wir mit diesen Bemerkungen keineswegs das Verdienst des Verfassers schmälern, dessen schönem, inhaltsreichem und anregendem Buche wir vielmehr einen recht großen Leserkreis nicht nur unter den zünftigen Gelehrten, sondern auch unter den gebildeten Laien wünschen. Denn es ist nicht nur eine geschichtliche, d. h. der Vergangenheit angehörige Frage, die darin erörtert wird, sondern auch eine solche, die jedem Denkenden auf den Fingern brennt. Und nicht immer wird über solche Dinge so kundig und so frei, so leidenschaftslos und doch mit solcher Wärme gesprochen und geschrieben, wie es hier geschieht. . . ." (W. Nestle i. d. Jahrbüchern f. d. klass. Altert., Gesch. u. deutsche Litter.)

„Es ist Schwung und Wärme in der Darstellung, und man ist erstaunt über die glückliche Kühnheit so vieler Wendungen, um so mehr, als das so eigenartig Gesagte doch den Eindruck des mühelos Gefundenen und ganz natürlich Ausgedrückten macht. Man sieht, daß der gelehrte Verfasser stark und warm empfindet und anschauend denkt. Das macht seine Rede überzeugungskräftig. . . . Seine Naturschilderungen, durch welche er um abgeblaßte Namen ein frisches und zauberisches Licht zu gießen versteht, sind bei ihm kein aufgesetzter Schmuck, sondern die Grundlage seiner kulturhistorischen Erörterungen."
(O. Weißenfels i. d. Wochenschrift für klassische Philologie.)

## Unsere Pflanzen. Ihre Namenserklärung und ihre Stellung in der Mythologie und im Volksaberglauben. Von Dr. Fr. Söhns. 2. Auflage. 8. Geschmackvoll gebunden *M.* 2.40.

„Das ist ein Büchlein, an dem man aufrichtige Freude haben kann. Die Poesie blickt uns auf Schritt und Tritt in dem fesselnden Buche entgegen, das mit freudiger Wärme und tiefem Verständnis, klar und lebendig geschrieben ist. Es ist ganz dazu angethan, Liebe und Verständnis für die Pflanzenwelt unserer deutschen Wälder und Auen, nationalen Sinn und Freude an germanischer Lebensanschauung zu wecken und zu pflegen."
(Leipziger Ztg. 12. 10. 1897

**Deutsches Wirtschaftsleben.** Auf geographischer Grundlage geschildert von Dr. Chr. Gruber. Mit 4 Karten. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Beabsichtigt ein gründliches Verständnis für den sieghaften Aufschwung unseres wirtschaftlichen Lebens seit der Wiederaufrichtung des Reichs herbeizuführen.

**Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter.** Von Oberlehrer Dr. Heil. Mit Abbildungen. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Das Buch beschäftigt sich zunächst mit den Anfängen des Bürgertums in West- und Süddeutschland, behandelt dann die Gründung der ostdeutschen Kolonialstädte und ihre Entwicklung bis zum Ende des 13. Jahrhunderts, schildert die wirtschaftlichen, sozialen und staatsrechtlichen Verhältnisse der größeren deutschen Städte während des 14. und 15. Jahrhunderts und giebt schließlich ein zusammenfassendes Bild von der äußeren Erscheinung und dem inneren Leben einer deutschen Stadt am Ausgang des Mittelalters.

**Restauration und Revolution.** Von Dr. R. Schwemer. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Die Arbeit behandelt das Leben und Streben des deutschen Volkes in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

**Die deutschen Volksstämme und Landschaften.** Von Prof. Dr. O. Weise. Mit 26 Abbildungen. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme.

**Deutsche Baukunst im Mittelalter.** Von Prof. Dr. A. Matthaei. Mit zahlr. Abb. i. T. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären.

**Die Metalle.** Von Prof. Dr. K. Scheid. Mit 16 Abbildungen. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Behandelt die für Kulturleben und Industrie wichtigen Metalle nach ihrem Wesen, ihrer Verbreitung und ihrer Gewinnung.

**Das deutsche Volkslied.** Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruinier. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Handelt in schwungvoller Darstellung vom Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges.

**Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit.** Von Prof. Dr. O. Weise. Reich illustr. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Verfolgt durch mehr als vier Jahrtausende Schrift-, Buch- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken.

**Das Eisenhüttenwesen** erläutert in acht Vorträgen von Prof. Dr. H. Wedding. Mit 12 Figuren im Text. Geh. *M* 1.—, geschmackvoll geb. *M* 1.25.

In dem mit zahlreichen Abbildungen versehenen Bändchen wird uns zunächst die Erzeugung des schmiedbaren Eisens bei Holzkohlenfeuerung geschildert und dann gezeigt, welche gewaltigen Änderungen mit der Erfindung des Hochofenprozesses eintraten. Der Verfasser belehrt uns über die chemischen physikalischen und geologischen Grundlagen derselben, über die Eisenerze und Brennstoffe, über die verschiedenen Eisenarten und ihre Benennungen, um dann die Erzeugung der verschiedenen Eisenarten und die dabei in Betracht kommenden Prozesse zu schildern, insbesondere auch die in unserer Zeit besonders wichtigen Formgebungsarbeiten und die Härtung. Der letzte Abschnitt ist dem schlimmsten Feind des Eisens, dem Rost, gewidmet.

**Ernährung und Volksnahrungsmittel.** Sechs Vorträge gehalten von Prof. Dr. Johannes Frentzel. Mit 6 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Geh. *M* 1.—, geschmackvoll geb. *M* 1.25.

In knapper Form giebt der Verfasser zunächst ein Bild der gesamten Ernährungslehre. Es werden die Begriffe „Körperstoffe", „Nährstoffe", „Nahrungsmittel", „Nahrung" klargelegt und ausführlicher besprochen. Hieran schließt sich die Betrachtung der Zubereitung unserer Nahrung. Des weiteren wird der gesamte Verdauungsapparat besprochen, wobei die hierbei notwendigen Untersuchungsmethoden erläutert werden. Hierauf folgt die Besprechung der einzelnen Nahrungsmittel, wobei insbesondere auch die Herstellungsmethoden der Konserven behandelt werden. Erläuternde Abbildungen und Tabellen erhöhen den Wert des Bändchens.

**Der Kampf zwischen Mensch und Tier.** Von Prof. Dr. Karl Eckstei[n]
Mit 31 Abbild. i. T. Geh. *M* 1.—, geschmackv. geb. *M* 1

Die Vielseitigkeit und Größe des Kampfes zwischen Mensch u[nd]
die Erbitterung und Energie, mit der er geführt wird, stellt der V[erfasser an]
zahlreichen Beispielen lebhaft vor Augen. Nachdem wir zunächst
leitung erfahren, wie Mensch und Tier in grauer Vorzeit m[iteinander be]
kannt geworden sein dürften, wie sie einander schätzen un[d]
führen uns die einzelnen Kapitel Episoden aus dem Kam[pf]
Schilderung erfahren die Kampfmittel, welche von beide[n]
werden, hier die durch Überlegung, Geschicklichkeit u[nd]
der Zeit erlangten Schußwaffen, Fallen, Gifte
methoden, dort spitzige Kralle, scharfer Zahn,
wandtheit, der Schutzfärbung und schützenden
keit nicht zu vergessen.

**Am sausenden Webstuhl der Zeit**
Entwicklung der Naturwissensch[aften]
hardt, Geh. Reg.-Rat, Pr[of.]
Mit vielen Abbild. Ge[h.]

In dem ersten Vortrag
ganz anders gearteten Wund[er]
artigen Ausbildung des
der Naturwissenschaften
zu entgegengesetzten
kommnung dargestel[lt] ... und
politischem Gebie[t] ... n.

